



**MÁRCIA DE CARVALHO
VAZ PINTO**

**OPTIMIZAÇÃO DO CULTIVO DE CAMARINHA
*PALAEMONETES VARIANS***



**MÁRCIA DE CARVALHO
VAZ PINTO**

**OPTIMIZAÇÃO DO CULTIVO DE CAMARINHA
*PALAEMONETES VARIANS***

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biologia Marinha, realizada sob a orientação científica do Doutor Luís Filipe Castanheira Narciso, Professor Auxiliar do Departamento de Biologia Animal da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e, do Doutor Victor Manuel dos Santos Quintino, Professor Auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

o júri
presidente

Prof. Doutora Maria Ângela Sousa Dias Alves Cunha
Professora auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Luís Filipe Castanheira Narciso
professor associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutor Victor Manuel Dos Santos Quintino
professor auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

Doutor Ricardo Jorge Guerra Calado
investigador auxiliar do Centro de Estudos do Ambiente e do Mar - CESAM

agradecimentos

Foram várias as pessoas que tornaram possível a realização deste trabalho. Gostaria de expressar o meu sincero agradecimento:

Ao Professor Doutor Luís Narciso, por ter aceite a orientação desta tese e pelas várias experiências que me proporcionou ao longo dos últimos dois anos.

Ao Professor Doutor Victor Quintino, pela orientação, pela confiança que sempre depositou em mim, pelo incentivo e compreensão demonstrados, sobretudo na recta final deste trabalho.

À Professora Doutora Ana Rodrigues pelas palavras de incentivo e amizade.

Ao Dr. Manuel Marques (RNET), pelo incentivo, e por acreditar no interesse deste estudo.

Aos Sr. Almiro, Sr. Santiago e seus funcionários, pela disponibilidade, pelos conhecimentos transmitidos, e por permitirem o acompanhamento da vossa actividade.

Ao pessoal do Laboratório Marítimo da Guia pela boa disposição e incentivo... particularmente à Filipa Faleiro pela paciência e amizade.

Ao Rui Rosa, pelos ensinamentos, pela ajuda e incentivo sobretudo na recta final da tese.

À Inês Alves, pela estadia em Cascais, essencial para a concretização dos planos traçados na altura.

Ao pessoal do laboratório de Aveiro, obrigado pelas recepções calorosas, pelo tradicional almoço, pela boa disposição e amizade...é sempre um enorme prazer passar por Aveiro.

À minha família, em especial aos meus pais, às minhas irmãs e à minha avó Rosa, pelo incentivo e ajuda incondicional.

Finalmente, ao Afonso, por toda a ajuda, pela paciência, pela compreensão... e pelo amor.

palavras-chave

pesca, aquacultura extensiva, salinas, *Palaemonetes varians*, ácidos gordos.

resumo

A camarinha, *Palaemonetes varians*, é um pequeno camarão carídeo com ampla distribuição geográfica na Europa, especialmente em salinas e estuários do Atlântico onde ocorre em grandes densidades. A pesca de camarinha é uma actividade tradicional da região de Andaluzia no Sul de Espanha. Com o declínio da actividade salineira grande parte das salinas espanholas foram transformadas em explorações piscícolas, provocando a diminuição das capturas de camarão. Alguns pescadores espanhóis especializados na captura desta espécie emigraram para as salinas portuguesas onde encontraram as condições ideais para a exploração deste camarão. Actualmente, muitos portugueses se dedicam a esta actividade, em várias salinas abandonadas da costa portuguesa, convertidas em sistemas extensivos de aquacultura, obtendo-se produções entre 200 e 300 kg/ha/ano, o que corresponde a mais de 60 % da camarinha consumida em Espanha. Em Portugal, os principais locais dedicados à exploração desta espécie encontram-se no estuário do Tejo. São várias as características que tornam a camarinha uma espécie com particular interesse para a aquacultura, além disso, o interesse na camarinha surge como uma importante oportunidade para promover o desenvolvimento de uma nova actividade económica produtiva baseada na aquacultura sustentável, compatível com a conservação dos valores naturais e culturais da região.

keywords

fishery, extensive aquaculture, salt ponds, *Palaemonetes varians*, fatty acid.

abstract

Ditch shrimp (*Palaemonetes varians*), is a small caridean shrimp with wide geographic distribution in Europe, particularly in salt ponds and estuaries of the Atlantic. The capture of Ditch shrimp is a traditional activity in the region of Andalusia southern Spain. With the decline in traditional salt production, the salt ponds were transformed into fish farms, leading to decrease of the shrimp capture. Some Spanish fishermen, specialized in capturing this species, migrated to salt ponds in Portugal, where they found the ideal conditions for the exploitation. Nowadays, many Portuguese fishermen capture Ditch shrimp in abandoned salt ponds all over the Portuguese coast. This production in extensive systems reaches 200-300 kg/ha/year, enough to supply more than 60 % of the ditch shrimp consumed in Spain. In Portugal, the main sites for the exploitation of this species are in the Tagus estuary. There are many features that make ditch shrimp a species with special interest for aquaculture, besides that, the interest in the ditch shrimp production appears as an important opportunity to promote the development of a new productive economic activity based on sustainable aquaculture compatible with the conservation of natural and cultural values of the region.

ÍNDICE

TAXONOMIA E BIOLOGIA REPRODUTORA.....	1
1. TAXONOMIA E IDENTIFICAÇÃO	1
2. BIOMETRIAS	2
3. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA.....	5
4. HÁBITOS ALIMENTARES.....	6
5. BIOLOGIA REPRODUTIVA	7
5.1. Morfologia geral	7
5.2. Caracteres sexuais primários.....	8
5.3. Caracteres sexuais secundários.....	9
5.4. Ovos dos carídeos	11
5.5. Mecanismos de copulação	12
5.6. Incubação e cuidado parental.....	13
5.7. Ciclos de vitelogénese, muda, desova e desenvolvimento embrionário.....	13
5.8. Vias de vitelogénese.....	15
5.9. Desenvolvimento embrionário	15
FECUNDIDADE E ESTRATÉGIAS DE VIDA	18
1. ESTRATÉGIAS REPRODUTIVAS.....	18
2. FECUNDIDADE.....	18
2.1. Factores que afectam a fecundidade.....	19
2.2. Metodologia.....	19
3. FECUNDIDADE E PERDA DE OVOS AO LONGO DO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DE PALAEMONETES VARIANS.....	20
4. MATURAÇÃO E PERÍODO REPRODUTIVO	21
PESCA E AQUACULTURA DE CAMARINHA PALAEMONETES VARIANS NO ESTUÁRIO DO TEJO: SITUAÇÃO ACTUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS	23

1.	PESCA DA CAMARINHA.....	23
1.1.	Artes de pesca	23
1.2.	Licenciamento da actividade.....	25
2.	SITUAÇÃO DA AQUACULTURA EM PORTUGAL	26
2.1.	Sistemas de cultivo.....	27
3.	AQUACULTURA DE CAMARINHA.....	27
3.1.	Comercialização	28
	NUTRIÇÃO LIPÍDICA.....	29
1.	ESTRUTURA E FUNÇÃO DOS LÍPIDOS	29
2.	PAPEL DOS LÍPIDOS NA NUTRIÇÃO DOS DECÁPODES	34
3.	IMPORTÂNCIA DA DIETA PARENTAL EM PALAEMONETES VARIANS	35
	OPTIMIZAÇÃO DO CULTIVO DE PALAEMONETES VARIANS.....	37
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
	REFERÊNCIAS.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Características diagnosticantes de <i>P. varians</i> . A - mandíbula B - vista lateral da parte anterior do cefalotórax C - segundo pereópode D - antênula E - telson F - primeiro pleópode G - segundo pleópode (adaptado de González-Ortejon e Cuesta, 2006).	2
Figura 2 Macho (♂) e fêmea (♀) de <i>Palaemonetes varians</i> .	3
Figura 3 Representação esquemática das medidas biométricas comprimento total (CT), comprimento da carapaça (CC) e largura da carapaça (LC).	3
Figura 4 Relações biométricas dos machos e fêmeas de <i>Palaemonetes varians</i> das salinas do estuário do Tejo. Estão representadas para ambos os sexos as relações comprimento total vs comprimento da carapaça (CT/CC), peso fresco vs comprimento da carapaça (PH/CC), largura da carapaça vs comprimento da carapaça (LC/CC) e peso seco vs comprimento da carapaça (PS/CC) (Pinto, 2008).	5
Figura 5 Distribuição geográfica de <i>Palaemonetes varians</i> na Europa (Pinto, 2008).	6
Figura 6 Representação esquemática geral da vista lateral de um <i>Palaemonetes</i> (adaptado de e Ruppert e Barnes, 1993).	8
Figura 7 Caracteres sexuais primários dos carídeos. A, posição dos ovários maduros no cefalotórax de <i>Procambarus edulis</i> . O lóbulo direito representa o tamanho do ovário cheio de oócitos antes da desova. B, sistema reprodutor masculino de <i>Macrobrachium rosenbergii</i> . 1-ovário; 2-oviducto; 3-testículos; 4-canaís deferentes; 5-bolsa de ejaculação; 6-poro genital (A adaptado de Noël (1976); B adaptado de Bauer (2004).	9
Figura 8 Caracteres secundários de <i>Palaemonetes varians</i> . A, segundo pleópode com apêndice masculino (González-Ortejon e Cuesta, 2006); B, sedas extra nos pleópodes de fêmeas ovígeras: 1-pleópode I, 2-pleópode II, 3-pleópode IV; C, vista ventral do tórax, normal (4) e com vestido de desova (5); D, vista lateral do abdômen com muda normal (6) e vestido de desova (7) (Antheunisse <i>et al.</i> , 1968).	10
Figura 9 Cópula de <i>Palaemonetes pugio</i> . 1, o macho coloca-se por baixo da fêmea; 2, macho e fêmea durante a transferência do espermatóforo. ♀ = fêmea; ♂ = macho (adaptado de Berg e Sandifer, 1984).	12
Figura 10 Sequência cronológica da maturação do ovário, período de incubação, muda e eclosão nos camarões carídeos com posturas sucessivas (adaptado de Bauer, 2004).	14

Figura 11 Estados de desenvolvimento dos embriões de Palaemonetes varians: I, II, III, IV, V (Va, Vb, Vc) e d, primeiro estado larvar (zoea) (Rodriguez <i>et al.</i> , 1993).	16
Figura 12 Artes de pesca utilizadas para a captura da camarinha. A, chalrão ou redisca (www.ualg.pt); B, nassa camaroeira ou salcillos; C e D, nassa “espanhola” com uma e duas redes orientadoras, respectivamente.	24
Figura 13 Ácido hexadecanóico ou palmítico (16:0).....	29
Figura 14 Relações biossintéticas entre ácidos gordos insaturados. As setas horizontais indicam processos de insaturação, enquanto as verticais indicam processos de elongação....	32
Figura 15 Estruturas moleculares do A – glicerol e do B – triacilglicerol	33
Figura 16 Estrutura molecular de um fosfolípido (Fosfatidiletanolamina).....	33
Figura 17 Estrutura molecular do colesterol.	34

LISTA DE TABELAS

Tab. 1 Valores médios \pm DP, mínimos (Mín.) e máximos (Max.) de comprimento da carapaça (CC), comprimento total (CT), largura da carapaça (LC), peso húmido (PH) e peso seco (PS) dos machos e fêmeas capturados nas salinas do estuário do Tejo. Adaptado de Pinto (2008)..	4
Tab. 2 Biometrias médias dos ovos recém extrudidos de <i>Palaemonetes varians</i> proveniente das salinas do estuário do Tejo. N, número de ovos. C, eixo maior; L, eixo menor; V, volume; DP, desvio padrão; Min., mínimo; Max., máximo (Adaptado de Pinto, 2008).	11
Tab. 3 Biometrias dos ovos de <i>Palaemonetes varians</i> no estado I e estado III provenientes das salinas do estuário do Tejo. N, número de ovos. C, eixo maior; L, eixo menor; V, volume; DP, desvio padrão; Min., mínimo; Max., máximo (Adaptado de Pinto, 2008).	20
Tab. 4 Média \pm DP do número de embriões ao longo do desenvolvimento embrionário, nas fêmeas das classes de tamanho pequena, média e grande (N é o número de fêmeas ovígeras de cada amostra) no Inverno (INV) e no Verão (VER) nas salinas do Tejo. As letras em expoente indicam diferenças dentro das colunas e os asteriscos dentro das linhas (^a / [*] para $p < 0.05$ e ^{aa} / ^{**} para $p < 0.001$ (Pinto, 2008).	21
Tab. 5 Denominação abreviada, comum e sistemática dos principais ácidos gordos.	30

NOTA INTRODUTÓRIA

Neste trabalho pretendeu-se:

- a) Apresentar uma síntese do conhecimento actual sobre a biologia, ecologia e reprodução da camarinha;
- b) Descrever a situação actual da pesca e aquacultura extensiva de camarinha em Portugal, com especial ênfase para as explorações localizadas na zona de salinas da Reserva Natural do Estuário do Tejo;
- c) Referência das principais limitações para o crescimento desta actividade;
- d) Sugestões de optimização para o cultivo da camarinha.

TAXONOMIA E BIOLOGIA REPRODUTORA

1. TAXONOMIA E IDENTIFICAÇÃO

O camarão *Palaemonetes varians* (Leach, 1814) é um pequeno crustáceo decápode da infraordem Caridea que compreende os camarões de abdômen comprido, com cinco pares de pleiópodes bem desenvolvidos e com a zona lateral do segundo segmento abdominal a sobrepor-se simultaneamente ao primeiro e ao terceiro par de segmentos. Dentro dos carídeos, *P. varians* pertence à família Palaemonidae por ter uma pequena pinça na extremidade do primeiro par de pereiópodes, uma pinça maior e mais robusta no segundo par e ausência de pinça no terceiro par (González-Ortejón e Cuesta, 2006).

A posição sistemática de *P. varians*, segundo Calado e Narciso (2002) é a seguinte:

Filo Arthropoda

Classe Crustacea

Subclasse Malacostraca

SuperOrdem Eucarida

Ordem Decapoda, (Latreille, 1802)

SubOrdem Caridea, (Dana, 1852)

SuperFamília Palaemonoidea, (Rafinesque, 1815)

Família Palaemonidae, (Rafinesque, 1815)

SubFamília Palaemoninae, (Rafinesque, 1815)

Gênero *Palaemonetes*, (Heller, 1869)

Espécie *Palaemonetes varians* (Leach, 1814)

Dentro da subfamília Palaemoninae, *P. varians* pertence ao gênero *Palaemonetes* por ter a parte livre do ramo mais pequeno do flagelo antenular mais pequeno do que a parte fundida (Figura 1D), pelo propodo do segundo pereiópode ser muito mais pequeno do que o carpus (Figura 1C), e pelo rostro apresentar dois dentes no bordo ventral (Figura 1B) (González-Ortejón e Cuesta, 2006).

P. varians distingue-se dos restantes *Palaemonetes* por apresentar um telson com uma seda plumosa terminal mais comprida do que os espinhos (Figura 1E), pelo endopodito do primeiro par de pleiópodes do macho não atingir a parte distal do comprimento do exopodito (Figura 1F) e pelo apêndice masculino do segundo par de pleiópodes não atingir a parte distal do endópode (Figura 1G) (González-Ortejón e Cuesta, 2006).

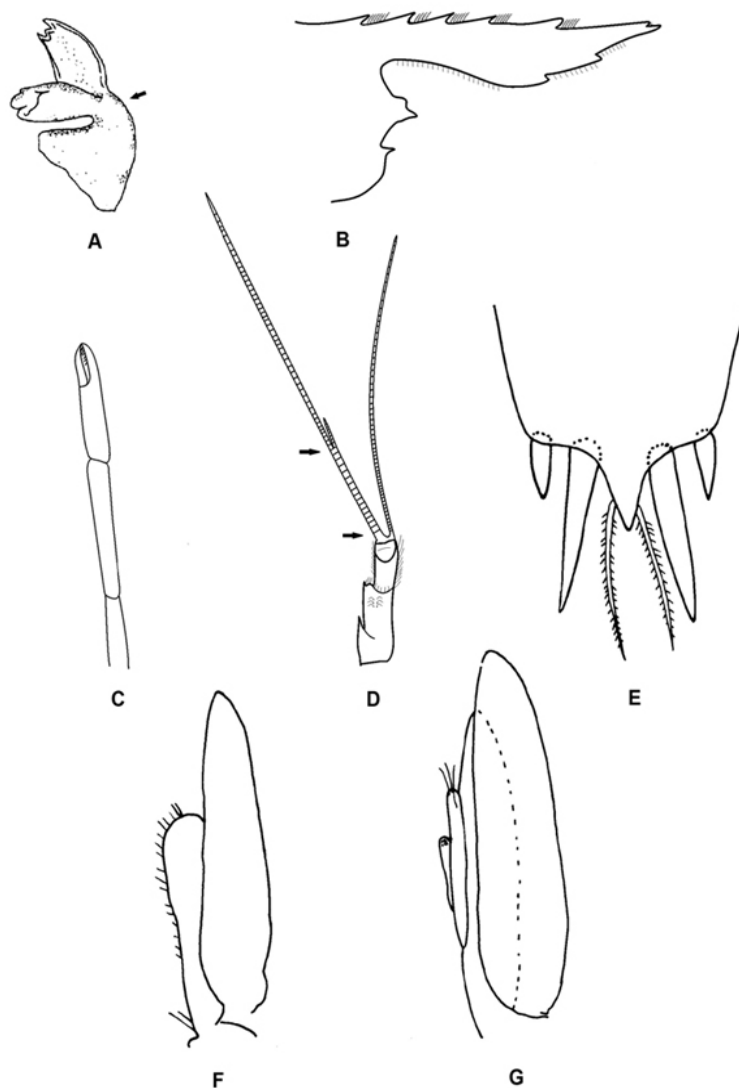


Figura 1 Características diagnosticantes de *P. varians*. A - mandíbula B - vista lateral da parte anterior do cefalotórax C - segundo pereópode D - antênula E - telson F - primeiro pleópode G - segundo pleópode (adaptado de González-Ortejon e Cuesta, 2006).

Os camarões da espécie *Palaemonetes varians* também são conhecidos em Portugal pelos nomes vernáculos de camarinha, cabrita ou camarão das comportas.

2. BIOMETRIAS

Os camarões da espécie *Palaemonetes varians* apresentam um forte dimorfismo sexual (Figura 2) em que as fêmeas possuem valores de comprimento da carapaça (CC),

comprimento total (CT), largura da carapaça (LC), peso húmido (PH) e peso seco (PS) significativamente maiores do que os machos (Tab. 1) (Pinto, 2008).



Figura 2 Macho (♂) e fêmea (♀) de *Palaemonetes varians*.

Em relação às medidas morfométricas referidas, foi considerado: o comprimento da carapaça (CC), desde a margem posterior do olho até à margem média dorsal posterior da carapaça; o comprimento total (CT), desde a extremidade do rostro até à extremidade do telson e a largura da carapaça (LC), entre as extremidades laterais do cefalotórax (Figura 3).

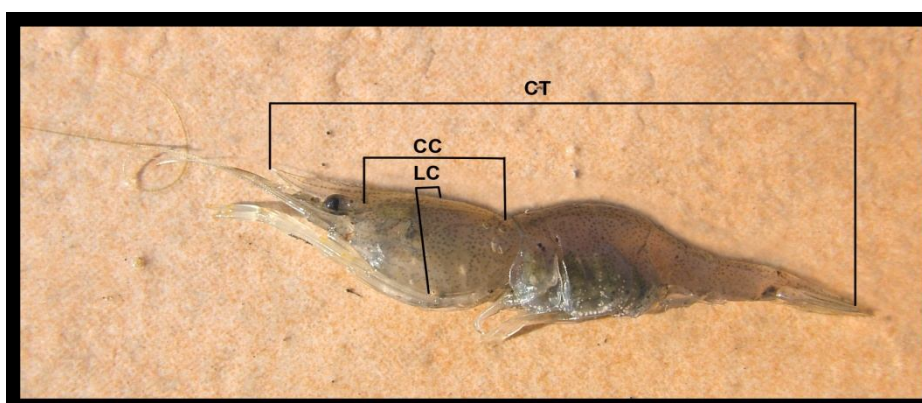


Figura 3 Representação esquemática das medidas biométricas comprimento total (CT), comprimento da carapaça (CC) e largura da carapaça (LC).

Tab. 1 Valores médios \pm DP, mínimos (Mín.) e máximos (Max.) de comprimento da carapaça (CC), comprimento total (CT), largura da carapaça (LC), peso húmido (PH) e peso seco (PS) dos machos e fêmeas capturados nas salinas do estuário do Tejo. Adaptado de Pinto (2008).

Biometrias				
Medidas	Sexo	Média \pm DP	Mín.	Máx.
CC	M	5.32 \pm 0.46	4.43	6.46
	F	8.02 \pm 0.93	6.35	10.5
CT	M	22.20 \pm 2.10	18.07	26.65
	F	30.59 \pm 3.36	24.38	37.88
LC	M	3.72 \pm 0.35	3.08	4.43
	F	5.63 \pm 0.65	4.58	7.03
PH	M	0.177 \pm 0.052	0.093	0.301
	F	0.500 \pm 0.166	0.243	0.942
PS	M	0.050 \pm 0.014	0.027	0.083
	F	0.137 \pm 0.045	0.065	0.244

As diferenças entre os sexos são claramente visíveis nos gráficos de correlação em que os valores obtidos para cada sexo formam nuvens de pontos distintos (Figura 44) (Pinto, 2008).

A diferença de tamanho entre machos e fêmeas observada na população estudada ocorre também na população de *P. varians* de Huelva, Espanha, e para outras espécies do género *Palaemonetes* (Rodriguez *et al.* 1993). Em muitas espécies de camarões carídeos os machos são mais pequenos do que as fêmeas (Bauer, 1996). Segundo Bauer (1991), os maiores tamanhos são vantajosos para as fêmeas, uma vez que o tamanho corporal dos carídeos e de outros decápodes apresenta uma correlação positiva com a produção de ovos (Ver cap. Por outro lado, os machos de tamanho pequeno conseguem produzir esperma suficiente para fertilizar a postura das fêmeas de tamanho grande. Estes machos não guardam nem defendem as fêmeas durante a reprodução, pelo contrário, gastam a sua energia à procura de fêmeas receptivas. Os machos mais pequenos apresentam vantagem na fuga aos predadores, investindo por isso menos energia no crescimento (Bauer, 1996).

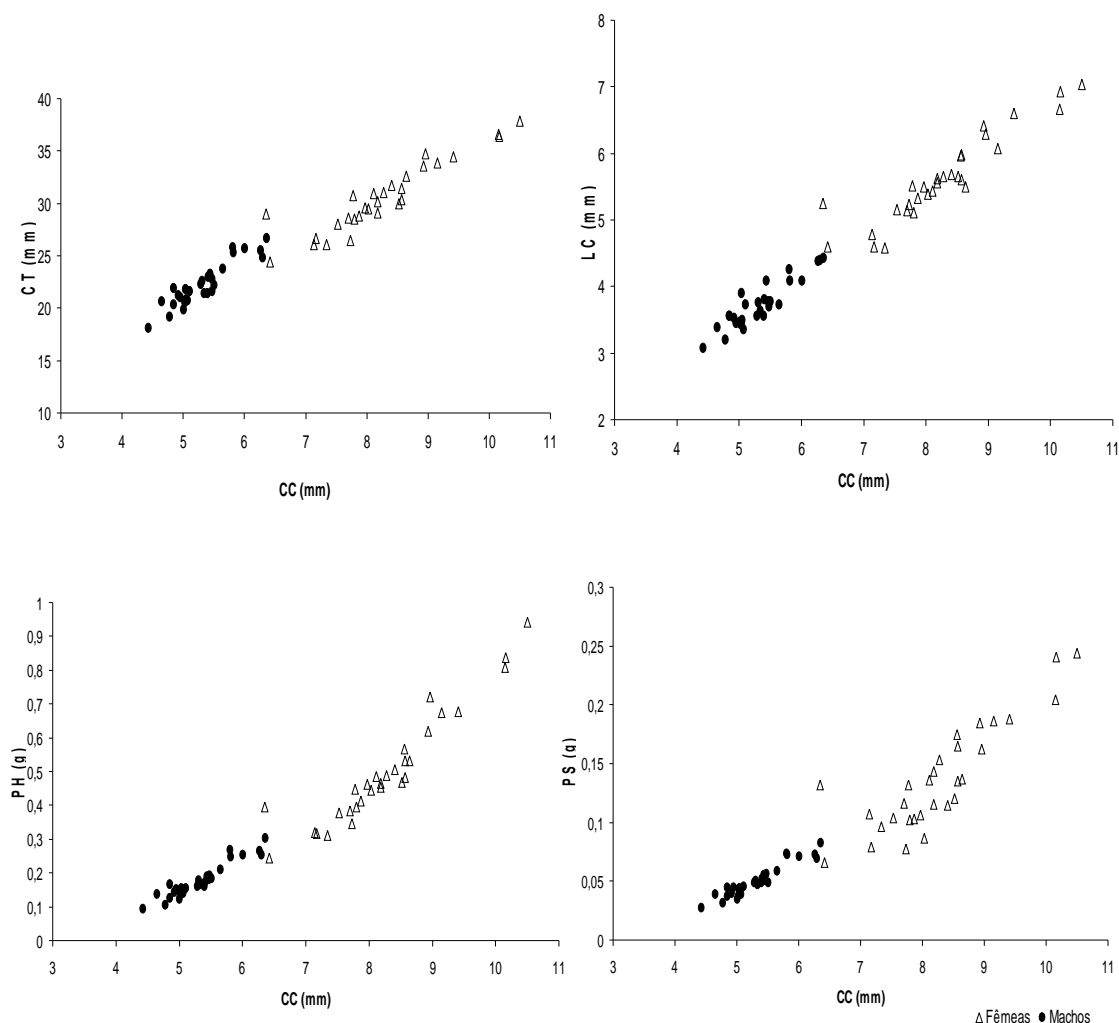


Figura 4 Relações biométricas dos machos e fêmeas de *Palaemonetes varians* das salinas do estuário do Tejo. Estão representadas para ambos os sexos as relações comprimento total vs comprimento da carapaça (CT/CC), peso fresco vs comprimento da carapaça (PH/CC), largura da carapaça vs comprimento da carapaça (LC/CC) e peso seco vs comprimento da carapaça (PS/CC) (Pinto, 2008).

3. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

A camarinha é uma espécie euritérmica e eurihalina, que tolera variações acentuadas de temperatura e salinidade. Habita águas salobras e é capaz de se desenvolver e reproduzir em densidades elevadas desde baixas salinidades (2 ‰) até salinidades superiores às da água do mar (>45 ‰), mas não em água doce. Tem preferência por águas estagnadas como esteiros e tanques de salinas (González-Ortejón e Cuesta, 2006), pelo que são organismos que apresentam alta tolerância a hipoxia (Nielsen e Hagerman, 1998). Esta espécie apresenta uma ampla distribuição geográfica na Europa, especialmente salinas e estuários do Atlântico,

desde o sul da Noruega (Dolmen, 1997), passando por Portugal e região sul-atlântica de Andaluzia (Espanha) até Marrocos (Lagardère, 1971). Também existem registos de presença em Camargue (França), costa norte do noroeste de África até à Tunísia (Jayachandra, 2001; Falciai, 2001). Em Portugal pode ser encontrada nos principais estuários onde existem salinas (ria de Aveiro, estuários do Tejo, Sado, Guadiana e ria Formosa). No estuário do Tejo e do Sado existe pesca direccionada para esta espécie, onde são utilizadas nassas para a sua captura, durante praticamente todo o ano (Anónimo, 2008).



Figura 5 Distribuição geográfica de *Palaemonetes varians* na Europa (Pinto, 2008).

4. HÁBITOS ALIMENTARES

Tal como as outras espécies do seu género, *P. varians* alimenta-se de uma grande variedade de organismos aquáticos ao longo do seu desenvolvimento. A importância ecológica desta espécie no ecossistema estuarino está intimamente relacionada com os seus hábitos alimentares. A camarinha adulta é um organismo detritívoro que contribui para a

degradação da matéria orgânica e, ao mesmo tempo, é consumidor de microfauna como poliquetas e larvas de insectos. Por outro lado, esta espécie representa um recurso alimentar importantíssimo para a ictiofauna e avifauna, sendo por isso, uma espécie de elevado valor na transferência de nutrientes e energia entre vários níveis tróficos dos ecossistemas estuarinos (Anderson, 1985; Roberts, 1995).

Alguns trabalhos revelam que *P. varians* apresenta picos de actividade, principalmente ao nascer e pôr-do-sol, junto às margens dos tanques das salinas (Antheuisse *et al.* 1971; Bouchon, 1991). De acordo com o estudo realizado por Aguzzi *et al.* (2005), os indivíduos desta espécie apresentam um pico de alimentação ao final do dia, geralmente presente em todas as estações, e um segundo pico ao nascer do dia apenas durante a Primavera e o Verão. Os picos de actividade parecem estar associados a condições de intensidade luminosa que estimulam o início da procura activa de alimento. Os indivíduos continuam a alimentar-se activamente enquanto existirem essas condições de luz; quando as condições se alteram, param de se alimentar, independentemente da quantidade de alimento ingerido. Com o aumento dos requisitos metabólicos associados à reprodução e muda no Verão, verifica-se uma transformação dos picos unimodais em bimodais. Neste período, os animais precisam de se alimentar duas vezes por dia para satisfazerem as suas necessidades metabólicas (Aguzzi *et al.*, 2005).

O conhecimento dos hábitos alimentares da camarinha acima descritos é importante para definir a estratégia de alimentação mais adequada para o seu cultivo, principalmente nos regimes de cultivo intensivo e semi-intensivo em que o alimento é introduzido artificialmente no meio. No entanto, esta informação também poderá ser útil no momento da captura destes organismos, dado que na pesca com nassas é necessário que os camarões estejam activos e que se desloquem para o interior da armadilha.

5. BIOLOGIA REPRODUTIVA

Para melhor compreensão da reprodução dos carídeos, e de *Palaemonetes varians* em particular, é fundamental conhecermos a sua anatomia reprodutora, os mecanismos de transferência do esperma, a desova e incubação dos embriões. A introdução destes temas servirá de base teórica necessária para a compreensão dos capítulos seguintes.

5.1. Morfologia geral

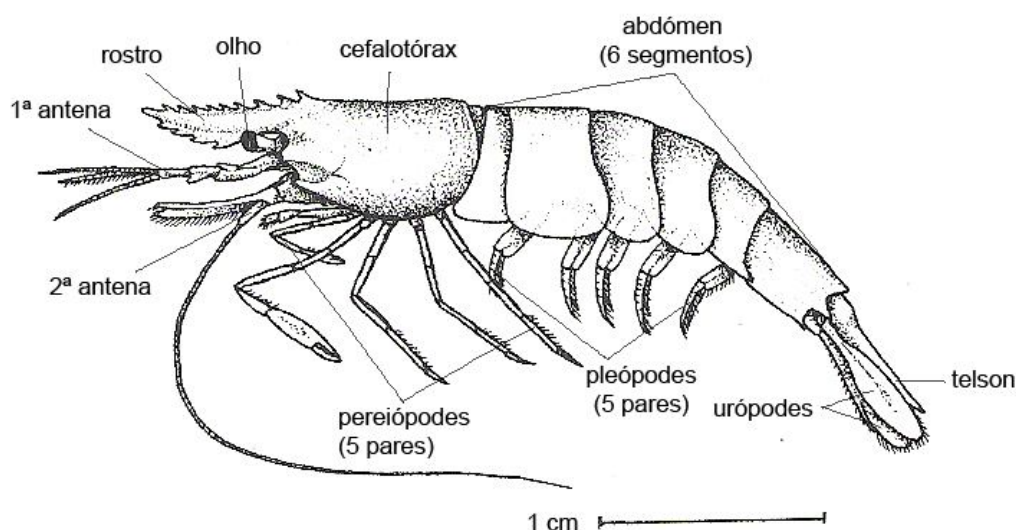


Figura 6 Representação esquemática geral da vista lateral de um *Palaemonetes* (adaptado de e Ruppert e Barnes, 1993).

P. varians é um crustáceo de corpo alongado e achatado lateralmente. O corpo está dividido em duas áreas, uma anterior constituída pela cabeça e tórax e uma posterior constituída pelo abdômen (Figura 6). A cabeça e o tórax encontram-se fundidos formando uma carapaça cefalotorácica fortemente calcificada. No cefalotórax encontramos um rostro com dois denticulos no bordo ventral e cinco no bordo dorsal (Fig. 1B). Pode atingir cerca de 40 mm de comprimento total. O corpo é geralmente transparente. Por vezes as fêmeas apresentam o corpo coberto por pequenos cromatóforos esverdeados (González-Ortejón e Cuesta, 2006).

5.2. Caracteres sexuais primários

O aparelho sexual dos camarões carídeos está localizado no cefalotórax e é constituído por um par de gónadas, testículos nos machos e ovários nas fêmeas. As gónadas apresentam uma posição dorsal em relação ao intestino e hepatopâncreas e estendem-se até à zona posterior do cefalotórax, por baixo do coração. O aparelho sexual feminino é constituído por um ovário loboso (em *P. varians* é translúcido quando imaturos, verde escuro quando maduros) e por dois oviductos que se abrem para o exterior por poros genitais situados na base do terceiro par de pereiópodes. Quando os ovários estão maduros (preenchidos com oócitos completamente cheios de vitelo) estendem-se pelo espaço acima do estômago cardíaco até à zona anterior do cefalotórax podendo também, penetrar pelos primeiros segmentos abdominais (Noël 1976, Bauer 2004).

O aparelho sexual masculino é constituído por um par de testículos de onde partem canais deferentes que vão abrir para o exterior através de poros genitais situados na base do quinto par de pereiópodes (Figura 7). Imediatamente antes de abrir para o exterior, o canal deferente diferencia-se numa bolsa de ejaculação onde é armazenado o esperma que será ejaculado durante a copulação.

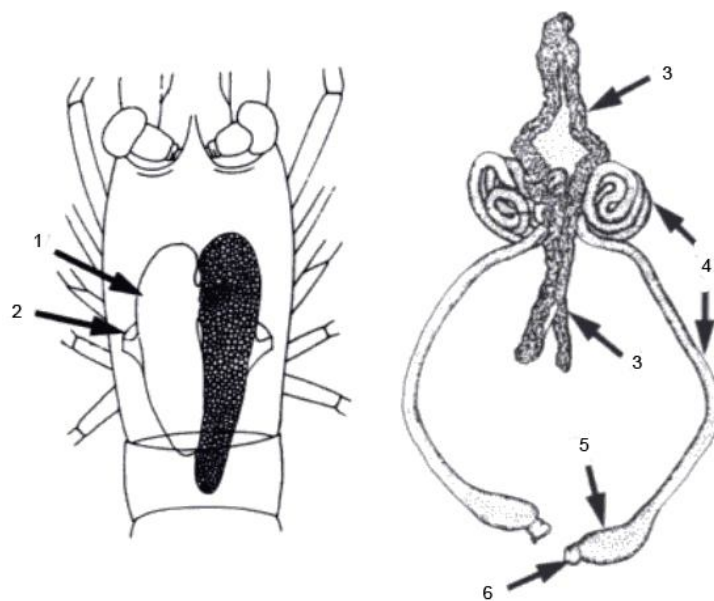


Figura 7 Caracteres sexuais primários dos carídeos. A, posição dos ovários maduros no cefalotórax de *Processa edulis*. O lóbulo direito representa o tamanho do ovário cheio de oócitos antes da desova. B, sistema reprodutor masculino de *Macrobrachium rosebergii*. 1-ovário; 2-oviducto; 3-testículos; 4-canais deferentes; 5-bolsa de ejaculação; 6-poro genital (A adaptado de Noël (1976); B adaptado de Bauer (2004)).

5.3. Caracteres sexuais secundários

A maioria dos crustáceos decápodes apresenta dimorfismo sexual mais ou menos acentuado (Ruppert e Barnes, 1993) sendo, normalmente possível, distinguir o sexo através dos caracteres secundários. Os machos da maioria das espécies de carídeos podem ser distinguidos pela modificação do segundo par de pleiópodes num apêndice (apêndice do endópode com espinhos na ponta do ramo interno) que adquire funções reprodutoras, enquanto que nas fêmeas este está ausente (Bauer, 2004; González-Ortejon e Cuesta, 2006).

Normalmente o apêndice é pequeno (e.g. *Palaemonetes varians*) mas pode ser relativamente grande em alguns carídeos (*Atya* spp. e *Thor* spp.). Noutros, o apêndice masculino funde-se com o endópode formando uma estrutura complexa (e.g. *Euryrhynchoides* spp.) (Bauer, 2004).

Durante o período reprodutor, as fêmeas de várias espécies de camarões carídeos apresentam uma muda especial com caracteres associados à desova, fixação e incubação dos embriões no abdômen. Esta muda especial é designada por “vestido de desova” (do Inglês “breeding dress”) e foi descrita por Antheunisse *et al.* (1968) para as fêmeas de *Palaemonetes varians* (Figura 8).

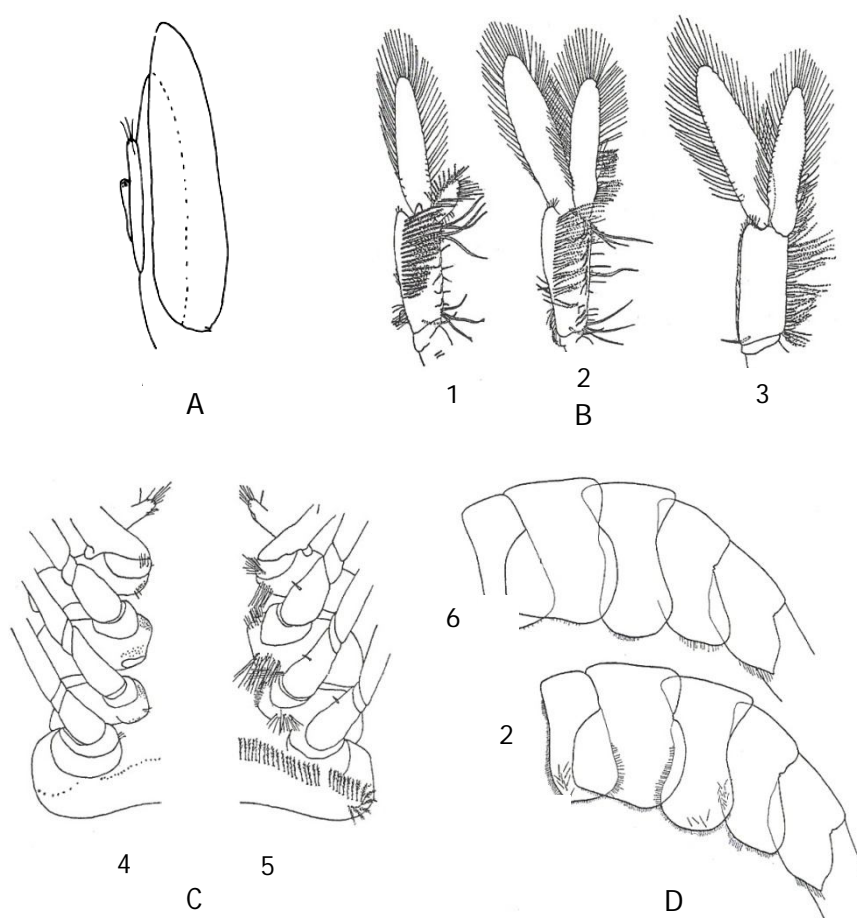


Figura 8 Caracteres secundários de *Palaemonetes varians*. A, segundo pleópode com apêndice masculino (González-Ortejón e Cuesta, 2006); B, sedas extra nos pleópodes de fêmeas ovígeras: 1-pleópode I, 2-pleópode II, 3-pleópode IV; C, vista ventral do tórax, normal (4) e com vestido de desova (5); D, vista lateral do abdômen com muda normal (6) e vestido de desova (7) (Antheunisse *et al.*, 1968).

O “vestido de desova” de *P. varians* é caracterizado pela presença de sedas extras (na zona ventral do tórax, nos quatro primeiros pares de pleiópodes, rebordo das placas laterais e superfície interior da primeira e terceira placa lateral), alargamento da bolsa de postura e aparecimento de vários cromatóforos (Antheunisse *et al.*, 1968).

As alterações ocorridas nesta muda especial, permitem: (1) aumentar o espaço disponível na bolsa de postura, local em que a massa de ovos será depositada durante a desova e protegida durante a incubação; (2) as sedas extras ajudam a orientar os ovos extrudidos pelos poros genitais para a bolsa de postura e previnem a perda de ovos; e, (3) os cromatóforos servem como forma de camuflagem no habitat natural (Antheunisse *et al.*, 1968).

5.4. Ovos dos carídeos

Os ovos dos carídeos são relativamente grandes. O seu tamanho está relacionado com a grande quantidade de reservas vitelinas necessárias para o desenvolvimento embrionário durante o período de incubação no abdómen das fêmeas. Nas espécies de carídeos, o tamanho dos ovos recém extrudidos varia aproximadamente entre 0,25 e 1 mm de diâmetro, com a excepção de algumas espécies que produzem ovos com mais de 5 mm de diâmetro.

Os ovos produzidos por *Palaemonetes varians* são ovalados e o seu tamanho no primeiro estado de desenvolvimento está em média, entre 0,975 e 1,149 mm de comprimento (C) e entre 0,756 e 0,894 mm de largura (L) (tab. 2).

Tab. 2 Biometrias médias dos ovos recém extrudidos de *Palaemonetes varians* proveniente das salinas do estuário do Tejo. N, número de ovos. C, eixo maior; L, eixo menor; V, volume; DP, desvio padrão; Min., mínimo; Max., máximo (Adaptado de Pinto, 2008).

N=1470	C (mm)	Biometrias	
		L (mm)	V (mm ³)
Média	0,916	0,787	0,330
DP	0,290	0,033	0,040
Mín.	0,807	0,681	0,210
Máx.	1,173	0,909	0,501

Os penaídeos produzem ovos relativamente pequenos (entre 0,16 a 0,48 mm de diâmetro) e com pouco vitelo, uma vez que a eclosão e início da alimentação larvar ocorre alguns dias

após a desova, enquanto que nos carídeos demora desde algumas semanas a alguns meses. Estas diferenças no tamanho dos ovos traduzem diferenças notáveis na fecundidade, história de vida e produtividade entre camarões carídeos e penaídeos. As larvas da maioria dos camarões carídeos têm desenvolvimento lecitotófico, o que quer dizer que a energia investida nos ovos representa a reserva nutritiva total que irá sustentar a larva até à sua metamorfose (Bauer, 2004).

5.5. Mecanismos de copulação

A bolsa de ejaculação armazena uma grande quantidade de esperma. Durante a cópula, o músculo que envolve esta bolsa, contrai provocando a saída do esperma sob a forma de um cordão designado de espermatóforo. O depósito de esperma (espermatóforo) é transferido para a fêmea através de rituais de acasalamento (Figura 9), em que o macho enrola o

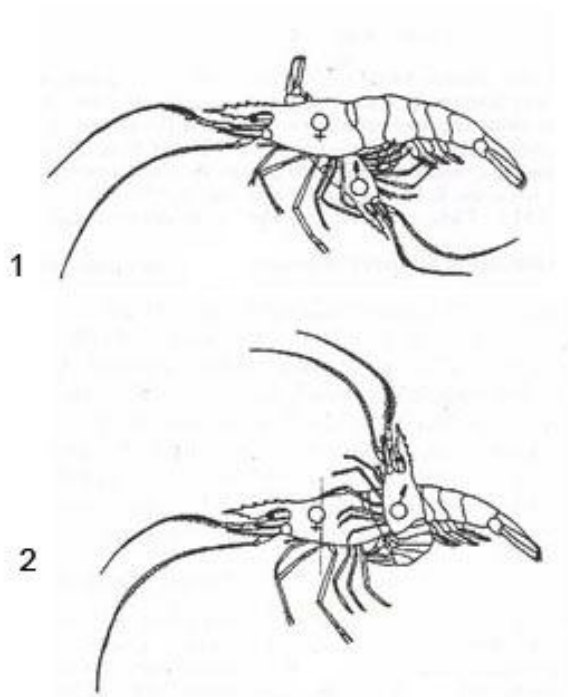


Figura 9 Cópula de *Palaemonetes pugio*. 1, o macho coloca-se por baixo da fêmea; 2, macho e fêmea durante a transferência do espermatóforo. ♀ = fêmea; ♂ = macho (adaptado de Berg e Sandifer, 1984).

abdômen na fêmea colocando a zona ventral que contém os poros genitais em contacto com a zona ventral de fêmea. Após a cópula, o par separa-se e, normalmente não volta a interagir. O sucesso de entrega do espermatóforo parece estar relacionado com a presença do apêndice masculino, dado que experiências realizadas com machos cujos endópodes do segundo par de pleópodes foram amputados acasalam com as fêmeas, mas normalmente não conseguem entregar o espermatóforo. Depois de extrudidos, os oócitos são fertilizados e fixos ao abdômen da fêmea, onde os embriões (oócitos fertilizados) são depositados durante o período de incubação (Bauer, 1976; Berg e Sandifer, 1984; Bauer, 2001).

5.6. Incubação e cuidado parental

Os embriões são incubados pela fêmea durante um período de algumas semanas nas espécies tropicais até vários meses nas espécies distribuídas por zonas de maior latitude. Em *Palaemonetes varians*, o período de incubação tem a mesma duração do período de muda especial ou “vestido de desova” que corresponde aproximadamente a 30 dias (Antheunis *et al.*, 1968).

Os embriões em desenvolvimento necessitam do cuidado maternal. O embrião está rodeado por uma fina membrana através da qual se realizam as trocas gasosas e excreção. O fluxo de água entre os embriões facilita estes processos. As fêmeas agitam os pleópodes para circular a água entre os embriões e remover as partículas bacterianas acumuladas com as suas pinças. Se removermos os embriões das fêmeas, estes continuam o desenvolvimento desde que exista aeração e circulação da água entre eles. Contudo, sem os cuidados das fêmeas, os embriões cultivados sofrem de grande mortalidade provocada pelos micróbios acumulados (Ruppert e Barnes, 1993).

5.7. Ciclos de vitelogénese, muda, desova e desenvolvimento embrionário

Os processos de maturação dos ovários, muda, cópula, desova, desenvolvimento embrionário e eclosão larvar, estão relacionados entre si. À medida que as fêmeas se aproximam da primeira postura da estação reprodutiva, as gónadas submetem-se a um processo de vitelogénese aumentando o conteúdo de vitelo dos oócitos e o seu tamanho, provocando o aumento considerável do tamanho dos ovários (ovários maduros). Bouchon (1988) identificou quatro estados de oogénese nas fêmeas de *P. varians* baseando-se na cor dos oócitos: estado I, ovários transparentes com oócitos em previtelogénese; estado II, ovários brancos com oócitos em vitelogénese primária; estado III, ovários verde-claro contém

oócitos no início da vitelogénese secundária; estado IV, ovários verde-escuro com oócitos no final da vitelogénese secundária.

Quando os oócitos estão maduros, as fêmeas realizam sempre uma muda (ecdysis) designada de “vestido de desova”. A cada nova postura, ocorre nova muda que recupera todas as estruturas do “vestido de desova” preparando a fêmea para a próxima cópula, desova e fixação da nova descendência (Bauer, 1976; Bauer, 1979; Bauer e Holt, 1998; Bauer e Abdalla, 2001).

A relação fisiológica entre o desenvolvimento do ovário, muda e desova é tão forte que mesmo na ausência do macho, as fêmeas estão prontas para a desova sem cópula depois de realizarem a muda de desova. Os oócitos recém extrudidos podem se fixar à fêmea, mas são tratados como uma matéria estranha e são removidos num curto espaço de tempo.

O período de incubação nos carídeos, vai desde uma semana nas espécies tropicais pequenas como *Hippolyte curacaoensis* até vários meses em espécies de altas latitudes como *Pandalus borealis*. Normalmente, o período de incubação dos ovos coincide com o período intermuda (Bauer, 2004). O período médio de intermuda de desova em *P. varians* é de $31,0 \pm 2,7$ dias, o dobro do período normal de muda cerca de $14,5 \pm 2,7$ dias, permitindo deste modo a eclosão dos últimos embriões (Antheunisse *et al.*, 1968).

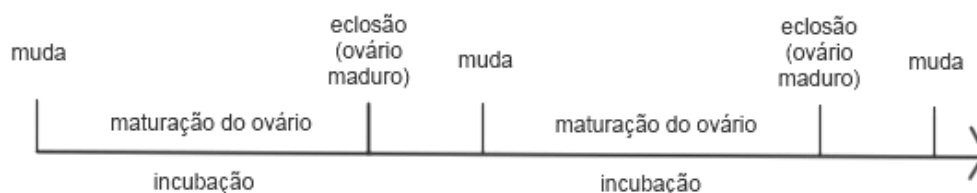


Figura 10 Sequência cronológica da maturação do ovário, período de incubação, muda e eclosão nos camarões carídeos com posturas sucessivas (adaptado de Bauer, 2004).

O que acontece depois da eclosão das larvas, depende da ecologia reprodutiva das espécies. Várias espécies tropicais e de zonas temperadas de pequeno tamanho apresentam posturas sucessivas até à morte ou final da estação reprodutiva (Bauer, 2004). À medida que o desenvolvimento embrionário ocorre, o ovário inicia gradualmente um novo ciclo de vitelogénese, até preencher o ovário com oócitos cheios de vitelo. À medida que se aproxima o momento de eclosão das larvas, o ovário da fêmea está outra vez maduro, pronto para uma nova desova. Os reprodutores contínuos podem ser identificados a partir de uma boa

amostra de fêmeas ovígeras. Se as fêmeas que incubam embriões próximos da eclosão também têm os ovários maduros, então produzem posturas contínuas.

Normalmente, as espécies de *Palaemonetes* produzem posturas sucessivas após a muda. Este padrão ocorre nas fêmeas de *P. pugio* (Bouchon *et al.*, 1991; Bauer e Abdalla, 2001) e *P. varians* (Pinto, 2008).

5.8. Vias de vitelogénese

Durante a maturação dos ovários, os oócitos iniciam um processo de síntese e acumulação de reservas (vitelo), designado de vitelogénese. O vitelo inclui uma grande variedade de elementos como lípidos, proteínas, hidratos de carbono e ácidos nucleicos. A obtenção destes elementos pode ocorrer por três vias: autossintética, heterossintética e mista. Nas espécies com vitelogénese autossintética existe uma captação exógena de precursores de baixo peso molecular e a subsequente síntese de vitelo pelos organelos proteossintéticos dos oócitos. Este mecanismo resulta numa taxa de produção de ovos lenta. Nas espécies com vitelogénese heterossintética, existe o transporte de proteínas vitelinas sintetizadas no exterior, para o oócito, permitindo uma rápida produção de ovos. A via mista, é a combinação das duas primeiras vias descritas anteriormente. *P. varians* apresenta uma rápida produção de oócitos permitindo a produção de posturas sucessivas. Esta capacidade é apenas possível através da utilização das vias heterossintética ou mista.

5.9. Desenvolvimento embrionário

Para a maioria das espécies de crustáceos decápodes, os ovos fertilizados estão presos aos pleópodes por sedas ovígeras e secreções das glândulas do cimento, localizados na parte ventral do abdómen, e são transportados até à eclosão das larvas (zoea). A estratégia de transportar os ovos até à eclosão contribui para uma maior sobrevivência dos embriões, aumentando o sucesso reprodutivo das espécies (Ennis, 1973; DeCoursey, 1979; Nazari *et al.*, 2000).

Nos palaemonídeos, os ovos são grandes e acumulam grande quantidade de vitelo, tornando possível acompanhar o desenvolvimento embrionário através do córion que é transparente.

Vários autores dividiram o desenvolvimento embrionário de crustáceos em estados de desenvolvimento baseados na quantidade relativa de vitelo presente, no desenvolvimento do olho e dos apêndices embrionários (Richards, 1978).

Um estudo realizado por Rodriguez *et al.* (1993) descreveu o desenvolvimento embrionário de *P. varians* em cinco estados (Figura 11):

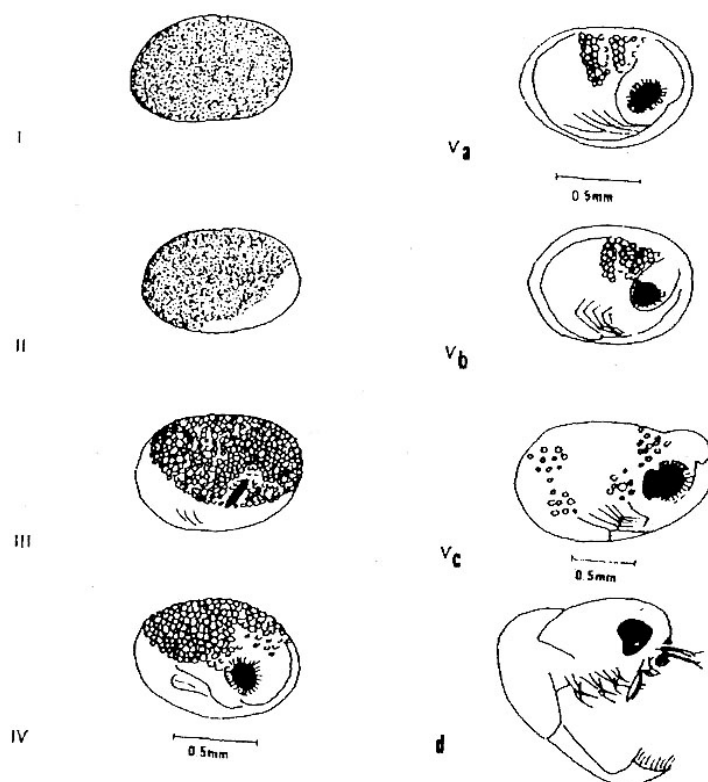


Figura 11 Estados de desenvolvimento dos embriões de *Palaemonetes varians*: I, II, III, IV, V (Va, Vb, Vc) e d, primeiro estado larvar (zoea) (Rodriguez *et al.*, 1993).

Estado I – Ovos recém fecundados. Apenas se diferencia o vitelo de aparência homogênea finamente granulado, que ocupa 100 % do volume do ovo. A sua cor esverdeada torna-se mais evidente quando integrado na postura.

Estado II – O vitelo tem uma aparência mais granulosa e ocupa um volume mais reduzido, aproximadamente 75 % do total do ovo. O embrião aparece como uma região transparente sem marcas aparentes. O ovo apresenta tons amarelados.

Estado III – Aparecem as manchas oculares bem definidas, de forma linear, dispostas obliquamente ao eixo dorsal e rodeadas de vitelo com grânulos de maior tamanho do que nos estados anteriores. Estes grânulos ocupam aproximadamente 50 % do volume total, reduzindo-se gradualmente para deixar espaço para o embrião. Observa-se uma ligeira

metamerização, evidenciada pela diferença de cor, amarelada do vitelo e esbranquiçada do embrião.

Estado IV – As manchas oculares são de forma ovalada, rodeadas por uma zona periférica mais clara. O vitelo ocupa aproximadamente 25 % do volume total do ovo e está localizado na zona dorsal do embrião que já apresenta o abdómen diferenciado.

Estado V – Distingue-se a larva zoea enrolada sobre si mesma, com o abdómen em contacto ventral com o rostro. Os olhos são bem definidos e de grande tamanho. O vitelo fica reduzido à região torácica dorsal, em forma de grânulos bem definidos unidos em pequenos grupos (Va e Vb). Antes da eclosão, o ovo sofre alongamento na direcção cefalocaudal. A eclosão ocorre quando o abdómen se solta (Vc e d).

FECUNDIDADE E ESTRATÉGIAS DE VIDA

1. ESTRATÉGIAS REPRODUTIVAS

As estratégias reprodutivas adoptadas por um organismo desempenham um papel central na dinâmica das populações e são determinantes para a sobrevivência das espécies. Apesar de existirem vários processos envolvidos na produção de descendência, os processos de oogénese (produção de ovos) e espermatogénese (produção de esperma) são semelhantes nos invertebrados. A produção de gâmetas, principalmente de oócitos, apresenta elevados custos energéticos e por isso pode ser fortemente afectada por pressões do meio. A quantidade de energia ingerida e assimilada por um organismo é limitada. O modo como a energia disponível é mobilizada para o crescimento e reprodução é a base das diferentes estratégias desenvolvidas pelos invertebrados marinhos.

2. FECUNDIDADE

A fecundidade é medida como o número de ovos produzidos por postura e indica o potencial reprodutivo de uma espécie. O termo fecundidade deve ser definido em cada estudo, para obtermos o máximo de informação dos dados analisados. É importante distinguir a fecundidade potencial, número de oócitos nos ovários, fecundidade teórica, número de ovos extrudidos e, fecundidade real, número de ovos transportados nos pleópodes das fêmeas. É também importante estimar a fecundidade de acordo com o estado de desenvolvimento do embrião, porque existe perda de ovos entre o processo de desova e período de incubação. A perda de ovos nos decápodes pode ser induzida por vários factores como a interrupção do desenvolvimento, abrasão, canibalismo maternal, predação e parasitismo (Kuris, 1991). Enquanto a fecundidade indica o potencial reprodutivo de uma espécie, a perda de ovos pode ter uma influência real, tanto no número de ovos que atingem o último estado de desenvolvimento, como no recrutamento de uma espécie, por isso deve ser considerada nos modelos de recrutamento por fecundidade (Morizur *et al.*, 1981).

2.1. Factores que afectam a fecundidade

Apesar das estimativas de fecundidade nos crustáceos decápodes serem muito precisas, existem algumas limitações que devem ser consideradas:

O número de ovos transportados nos pleópodes dos decápodes está fisicamente limitado pelo espaço disponível no abdómen das fêmeas. Assim, as fêmeas maiores transportam mais ovos. Se queremos comparar a fecundidade (1) entre animais da mesma espécie e diferentes locais ou período temporal, ou (2) entre diferentes espécies, o número de ovos deve ser expresso em relação ao tamanho da fêmea.

A produção de ovos é um processo que exige energia. Logo, a disponibilidade de alimento representa um papel determinante antes e durante a oogénese. Portanto, a fecundidade e qualidade da descendência estão directamente relacionadas com o estado nutricional dos adultos. O aumento da quantidade e qualidade de alimento não vai afectar as vias básicas da gametogénese, contudo, vai permitir uma maior transferência de energia para a reprodução, resultando num aumento da fecundidade (número de ovos) ou qualidade da descendência (tamanho dos ovos). Por outro lado, a escassez de alimentos pode provocar a diminuição ou interrupção da síntese de vitelo e baixa fecundidade ou fracasso da reprodução (Eckelbarges, 1986).

Apesar da fecundidade ser uma característica flexível e plástica, existem factores ambientais, característicos dos diferentes locais de distribuição geográfica, como a de temperatura, salinidade, a profundidade ou presença de elementos tóxicos, que influenciam o número de ovos produzidos por um indivíduo dentro de determinados limites específicos (Bauer, 2004., 2002).

2.2. Metodologia

Existe uma grande variedade de metodologia de quantificação de fecundidade dependendo da estratégia de reprodução da espécie em estudo. Estas incluem a contagem directa dos ovos por postura, da desova induzida em indivíduos vivos e de estudos histológicos em material preservado (Southward *et al.*, 2002)

Existem dois métodos que são mais utilizados para quantificar a fecundidade em decápodes que transportam ovos, dependendo do tamanho e número de ovos transportados nos pleópodes. Em espécies que produzem poucos ovos grandes, todos os ovos podem ser cuidadosamente removidos do abdómen com o auxílio de uma pinça e contados directamente ao microscópio (Clarke, 1993). Para as espécies que produzem uma grande quantidade de

pequenos ovos, a extrapolação da fecundidade através de toda a massa de ovos é mais exacto e menos moroso do que o método directo de contagem. Para tal, pesa-se a massa de ovos total, e são pesadas 3 sub-amostras de 100 ovos cada. Através do peso médio das 3 réplicas de 100 ovos e do peso total da massa de ovos, o número total de ovos pode ser estimado (Clarke, 1993). Esta quantificação pode ser obtida usando o peso húmido, ou secando a massa de ovos e sub-amostras de ovos para a obtenção do peso seco (Anger e Moreira, 1998). O uso do peso seco permite medições mais exactas porque evita os desvios causados pela hidratação dos ovos.

3. FECUNDIDADE E PERDA DE OVOS AO LONGO DO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DE *PALAEMONETES VARIANS*

A fecundidade é medida como o número de ovos produzidos por postura e, normalmente é influenciada pelo tamanho corporal dos indivíduos (Corey e Reid, 1991) e pelo tamanho dos ovos. Por isso, é importante estimar a fecundidade de acordo com o estado de desenvolvimento do ovo, dado que o volume do ovo aumenta ao longo do desenvolvimento embrionário (Tab. 3).

Tab. 3 Biometrias dos ovos de *Palaemonetes varians* no estado I e estado III provenientes das salinas do estuário do Tejo. N, número de ovos. C, eixo maior; L, eixo menor; V, volume; DP, desvio padrão; Min., mínimo; Max., máximo (Adaptado de Pinto, 2008).

	Estado I				Estado III			
	N	C (mm)	L (mm)	V (mm ³)	N	C (mm)	L (mm)	V (mm ³)
Média	1470	0,916	0,787	0,330	850	1,268	0,921	0,571
DP		0,290	0,033	0,040		0,100	0,047	0,092
Mín.		0,807	0,681	0,210		1,002	0,756	0,300
Máx		1,173	0,909	0,501		1,878	1,032	1,017

A estratégia reprodutiva desta espécie evoluiu no sentido de produzir poucos ovos de grandes dimensões. Depois da fecundação, as fêmeas do camarão *Palaemonetes varians* transportam os ovos até ao final do desenvolvimento embrionário que termina com a eclosão das larvas no estado de zoea. Ao longo do desenvolvimento embrionário, os ovos crescem verificando-se um aumento até 99 % do volume inicial. Como o espaço disponível para a acomodação dos ovos é limitado pelo tamanho da fêmea, é inevitável a perda de ovos.

Tab. 4 Média \pm DP do número de embriões ao longo do desenvolvimento embrionário, nas fêmeas das classes de tamanho pequena, média e grande (N é o número de fêmeas ovígeras de cada amostra) no Inverno (INV) e no Verão (VER) nas salinas do Tejo. As letras em expoente indicam diferenças dentro das colunas e os asteriscos dentro das linhas (^{a/*} para $p < 0.05$ e ^{aa/**} para $p < 0.001$ (Pinto, 2008).

Classe de tamanho	Estado embrionário	
	I	III
INV pequena	220 \pm 44 ^{aad/*} (N=21)	129 \pm 30 ^b (N=10)
INV média	241 \pm 53 ^{e/*} (N=21)	148 \pm 63 (N=10)
INV grande	344 \pm 81 ^{aaf/**} (N=20)	222 \pm 71 ^b (N=10)
VER pequena	168 \pm 30 ^{cd/*} (N=10)	91 \pm 43 (N=43)
VER média	172 \pm 45 ^{ce} (N=10)	130 \pm 77 (N=7)
VER grande	254 \pm 63 ^{cf/*} (N=10)	122 \pm 137 (N=2)

No primeiro estado de desenvolvimento (vitelo ocupa todo o ovo e ausência de desenvolvimento embrionário visível), as fêmeas mais pequenas (comprimento da carapaça (CC): 6,97-8,04 mm) transportam em média 220 \pm 44 ovos, enquanto as fêmeas de tamanhos maiores (CC: 9,12-10,12 mm) transportam 344 \pm 81 ovos. No final do desenvolvimento embrionário (muito pouco vitelo e embrião completamente desenvolvido), verificou-se perda significativa de ovos em todas as classes de tamanho, com maior incidência nas fêmeas pequenas em que a perda de ovos atinge cerca de 50 % do número de ovos inicial (Pinto, 2008).

4. MATURAÇÃO E PERÍODO REPRODUTIVO

Palaemonetes varians reproduz-se praticamente durante todo o ano. O período reprodutor da população do estuário do Tejo tem início em final do mês de Janeiro e termina no final do mês de Outubro. São registados pelo menos dois picos reprodutores, um no mês de Março

constituído essencialmente por fêmeas de tamanho grande, e outro em Maio constituído maioritariamente por fêmeas de tamanho pequeno e médio.

A fêmea ovígera mais pequena apresentava comprimento da carapaça (CC) de 5,8 mm e o tamanho mínimo de maturação ou tamanho em que 50 % das fêmeas são ovígeras (CC 50) da população do Tejo está entre 7,2 e 8,3 mm de CC.

PESCA E AQUACULTURA DE CAMARINHA *PALAEMONETES VARIANS* NO ESTUÁRIO DO TEJO: SITUAÇÃO ACTUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS.

1. PESCA DA CAMARINHA

A pesca de camarinha é uma actividade tradicional da região de Andaluzia no Sul de Espanha, onde é um produto muito apreciado pela população. Inicialmente, era uma das actividades predominantes e sustento da maioria das pessoas. Entretanto, a actividade salineira entrou em declínio e a grande parte das marinhas foram transformadas em explorações piscícolas. À medida que estas transformações ocorriam, as capturas de camarão foram diminuindo e alguns pescadores especializados na captura desta espécie emigraram à procura de novas zonas onde pudessem continuar a desenvolver a sua actividade, mudando-se para as salinas Portuguesas. Nessas zonas encontraram condições ideais para a exploração de camarão, dado que as salinas portuguesas apesar de desactivadas, ainda não tinham sido transformadas para a cultura de peixes. Incentivados pelo aumento da procura e pelo interessante valor comercial desta espécie (é vendida a 3,5 eur/kg pelo produtor e é comercializada a 5,5 eur/kg), muitos portugueses se dedicam a esta actividade, e grande parte das salinas da costa portuguesa se dedicam exclusivamente a esta actividade, obtendo-se produções entre 200 e 300 kg/ha/ano. Mais de 60 % do camarão consumido em Espanha é proveniente destas zonas (Anónimo, 2008).

Apesar de ser a espécie de camarão mais abundante das salinas do Tejo, existe uma particularidade do seu ciclo de vida que deve ser tido em conta na gestão da pesca. A estratégia das fêmeas de transportar os ovos nos pleópodes, apesar de ser eficaz do ponto de vista biológico, aumenta o impacto da pesca sobre as populações selvagens.

Numa população de peixes, a captura de fêmeas antes da primeira desova elimina a sua potencial contribuição para a próxima geração. Nos camarões carídeos, a contribuição das fêmeas também pode ser eliminado depois da desova, enquanto transporta os ovos.

1.1. Artes de pesca

Tradicionalmente, as capturas de camarões em zonas de salinas realizam-se de forma muito artesanal, através do uso de artes de pesca de reduzida dimensão. As artes de pesca utilizadas para a captura de camarinha são efectuadas por chalrão ou redisca, nassas

camaroeiras ou “salcillos”, e por nassa “espanhola”, semelhante ao galricho mas com uma ou duas redes orientadoras.



A



B



C



D

Figura 12 Artes de pesca utilizadas para a captura da camarinha. A, chalrão ou redisca (www.ualg.pt); B, nassa camaroeira ou salcillos; C e D, nassa “espanhola” com uma e duas redes orientadoras, respectivamente.

Chalrão ou redisca (Fig. 12 A) consiste numa rede de malhagem muito reduzida, presa em duas canas que se cruzam delimitando um triângulo. A margem da rede que constitui o lado livre do triângulo mantida junto ao fundo pela presença de pequenos chumbos. Esta arte é operada apenas por uma pessoa que, em zonas pouco profundas arrasta a arte a pé, mergulhando-a para a frente e segurando os extremos das canas.

As nassas camaroeiras ou “salcillos” (Fig. 12 B), consiste numa rede em forma de saco, aplicada num aro de metal de dimensões reduzidas, no interior do qual se coloca isco para atrair alguns crustáceos, especialmente camarões e caranguejos. Normalmente esta arte é

usada junto às portas dos tanques de salinas durante a preia-mar, local onde concentram várias espécies atraídas pela água “nova”.

A nassa espanhola (Figura 12 C e D), é a arte de pesca mais utilizada para a captura de camarinha nas salinas do Tejo. Esta armadilha pode ter vários tamanhos e é composta por arcos de metal revestidos por uma rede de malhagem muito pequena. No seu interior existe uma sequência de pequenos sacos de rede em forma de funil, que permitem a entrada da espécie alvo, dificultando a sua saída. Normalmente é armada na posição perpendicular à margem do esteiro ou tanque, permitindo o aproveitamento do comportamento natural dos indivíduos desta espécie de se deslocarem em grandes massas pelas margens. Dependendo da densidade dos tanques, as nassas podem ser recolhidas uma ou mais vezes, ao nascer e pôr-do-sol, para evitar a acumulação excessiva de camarões que normalmente provoca a morte dos indivíduos na rede. Os indivíduos que morrem nas redes apresentam cor avermelhada e cheiro intenso o que dificulta a sua comercialização.

1.2. Licenciamento da actividade

Várias salinas abandonadas na zona de Reserva Natural do Estuário do Tejo (RNET) foram adaptadas para a exploração comercial de camarinha. Esta actividade dura acerca de oito anos sem regulamentação nem controlo por parte do Ministério do Ambiente e do Ministério da Agricultura.

Recentemente, a regulamentação das actividades piscícolas e aquícolas foi alterada, e as explorações de camarinha passam a necessitar de uma licença de concessão para operar. A atribuição dessa licença dentro da Rede Natura 2000 terá de obter o parecer positivo do Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ICNB) e a actividade será controlada pela Direcção Geral das Pescas e Aquicultura (DGPA) através do envio obrigatório de um relatório anual de produção (DL nº14/2000).

As principais condicionantes para a autorização destas explorações são o nível de água dos tanques e a manutenção da estrutura das salinas de modo a garantir a sua função de local de refúgio de preia-mar, reprodução e alimentação de muitos milhares de aves limícolas de várias espécies protegidas. No entanto, para a exploração desta espécie, o nível da água é necessariamente superior ao que se utiliza para a extracção do sal, principalmente ao nível dos tanques de preparação e cristalizadores. A Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA) defende que esta alteração dos usos das salinas tem impactes muito negativos para as populações de aves para as quais a Zona de Protecção Especial (ZPE) do estuário do Tejo foi designada. Outra questão levantada, é o facto de ser uma actividade que dependente

exclusivamente dos recursos naturais do estuário. Dado que, a pesca da camarinha é uma actividade em expansão, que envolve cada vez mais pessoas, é importante que seja regulada para que os stocks naturais sejam salvaguardados. Deste modo, a aquacultura surge como meio diversificar a oferta desta actividade.

Por outro lado, deve-se considerar este interesse na camarinha como uma importante oportunidade para promover o desenvolvimento de uma nova actividade económica produtiva baseada na aquacultura sustentável, compatível com a conservação dos valores naturais e culturais da região. É importante não esquecer que salinas desactivadas, onde o funcionamento do sistema hídrico não é garantido, transformam-se em zonas estéreis e perdem o seu valor biológico.

2. SITUAÇÃO DA AQUACULTURA EM PORTUGAL

Apesar da aquacultura europeia apresentar crescimento positivo nos últimos anos, em Portugal a produção aquícola manteve-se estável. É um sector que apresenta algumas dificuldades, no entanto, é reconhecido o seu elevado potencial, sobretudo pelas características geográficas e climáticas do nosso país, mas também por ser considerada uma actividade complementar, servindo de suporte às pescas ou mesmo contribuindo para o repovoamento de populações selvagens e, por contribuir para a diminuição da pressão exercida sobre algumas espécies através da oferta de alternativas ao consumidor.

A aquacultura nacional, produz cerca de 7.000 ton./ano, na sua maioria, provenientes de cultivos de peixes e moluscos. A aquacultura de água doce resume-se exclusivamente à produção de truta, principalmente na zona Norte de Portugal. A produção de truta está dependente da absorção do produto pelo comércio local e não atinge as 1.000 ton/ano. A aquacultura marinha, ou em água salgada, manteve as produções estáveis, com cerca de 6.000 ton./ano. As principais espécies de peixes cultivadas são o robalo (*Dicentrarchus labrax*), dourada (*Sparus aurata*) e rodovalho (*Scophthalmus rhombus*), e amêijoia (*Ruditapes decussatus*) e ostra (*Crassostrea gigas* e *Ostrea adulis*) no que diz respeito ao cultivo de moluscos (DGP,1995).

No geral, em Portugal predominam os sistemas de produção extensivos e semi-intensivos em zonas estuarinas e lagunares. Estas zonas são muito protegidas do ponto de vista da legislação ambiental, dificultando, até certo ponto, o desenvolvimento desta actividade.

2.1. Sistemas de cultivo

Em aquacultura, são utilizados três tipos básicos de cultura: regime extensivo, semi-intensivo e intensivo. O extensivo é o tipo de cultura mais artesanal que aproveita as condições naturais disponíveis e onde o controlo do sistema de produção é quase inexistente. Neste tipo de cultura, a espécie que se pretende cultivar é capturada no meio natural na forma de juvenil ou larvar ou então entra de forma passiva nos tanques utilizados. De seguida realiza-se a fase de engorda, recorrendo ao alimento existente no meio natural. No final desta fase, o aquacultor limita-se a esvaziar os tanques e/ou capturar a(s) espécie(s) cultivada(s) (Henriques, 1998).

Na cultura em regime semi-intensivo, ainda subsiste um nível de controlo baixo sobre o sistema de produção, fruto da variabilidade das condições do meio natural. As densidades de carga utilizadas são mais elevadas do que no caso anterior, contudo, recorre à tecnologia existente para aumentar a eficiência de crescimento da espécie cultivada. Neste tipo de cultivo, já se recorre à tecnologia de reprodução artificial para a obtenção de ovos e juvenis. Na fase de engorda efectua-se amostragens e calibrações frequentes para otimizar o crescimento, e para além da alimentação que existe naturalmente no meio, é fornecido alimento artificial complementar para aumentar o rendimento desta fase de crescimento (Henriques, 1998).

A cultura em regime intensivo caracteriza-se pela utilização de densidades de carga elevadas existindo um elevado índice de controlo, onde todos os parâmetros de produção se encontram sob observação permanente. Apesar dos custos iniciais serem muito elevados, utiliza-se tecnologia avançada para atingir uma eficiência elevada de produção. Neste tipo de cultura a espécie é alimentada recorrendo exclusivamente a alimento artificial. Para aumentar o rendimento do crescimento recorre-se frequentemente a metodologias de manejo avançadas, como calibrações e amostragens sucessivas. No sistema intensivo, controla-se ainda, de forma mais ou menos efectiva, a tecnologia da reprodução e do crescimento, permitindo um controlo elevado de todo o ciclo, podendo chegar-se à independência total das condições naturais e à progressiva melhoria genética da produção (Henriques, 1998).

3. AQUACULTURA DE CAMARINHA

No geral, para o cultivo desta espécie são usados tanques de terra, na maioria, é feito o aproveitamento e transformação de salinas desactivadas. São sistemas extensivos, de água

salobra estagnada, de baixa tecnologia, normalmente geridas por pequenas empresas familiares. O recrutamento de juvenis de camarinha ocorre naturalmente com a abertura das portas de maré durante a preia-mar. A entrada de larvas e juvenis não é selectiva, originando uma policultura de espécies que habitam o estuário. As espécies de valor comercial mais comuns são a enguia (*Anguilla anguilla*), a dourada (*Sparus aurata*), e o robalo (*Dicentrarchus labrax*). A densidade de cultivo é baixa, e o crescimento dos indivíduos é suportado apenas pelo alimento que existe naturalmente no tanque.

O potencial de desenvolvimento deste tipo de aquacultura é limitado, porque está sujeito a grandes flutuações de produção, resultado de vários factores, como sobre-pesca, poluição da água, e flutuações sazonais de abastecimento de juvenis e densidade da população selvagem. Outra das limitações é a dificuldade de crescimento das explorações nas zonas que actualmente são usadas para a aquacultura como as rias ou os estuários, com legislação muito restritivas em termos ambientais.

Por outro lado, apesar do abandono da actividade salineira ter potenciado a degradação das zonas de salinas, e da falta de meios que garantem a sua conservação, não existe um plano de ordenamento costeiro que defina zonas para esta actividade.

3.1. Comercialização

Apesar de ser uma espécie cujo fornecimento não está garantido porque a maioria deste produto é proveniente da pesca controlada e explorações muito primárias, a procura é cada vez maior devido principalmente à aceitação do produto pelos consumidores, nas suas variadas formas de apresentação.

Das informações obtidas nos vários centros de transformação industrial de camarão, pode-se estimar uma procura actual para consumo de 600 a 800 ton., das quais 150 a 200 se produzem em Espanha, 350 a 400 ton. são provenientes de produtores portugueses e o restante é importado de Marrocos e Turquia (Anónimo, 2008).

A maioria da camarinha capturada em Portugal é exportada principalmente para a região de Andaluzia no Sul de Espanha. É comercializado de várias formas segundo o mercado a que se destina: mercado de camarões vivos, normalmente utilizados como isco para a pesca (de robalo e sargos) e Mercado de produtos pré-cozinhados como camarão cozido e tortilhitas de camarão, muito apreciadas na província de Cádiz.

NUTRIÇÃO LIPÍDICA

Quando se começa a utilizar uma espécie em aquacultura pretende-se fechar o seu ciclo de vida. É crucial que se consiga reproduzir em cativeiro de modo regular e periódico, e que a descendência seja de boa qualidade.

Para o desenvolvimento da actividade aquícola, para além da utilização da tecnologia moderna e novas metodologias de produção, tem contribuído muito a evolução da tecnologia dos alimentos compostos para as espécies cultivadas, resultando numa melhoria da eficiência da ração. Foi dada especial atenção ao lípidos por serem a principal forma de armazenamento de energia, tanto nos adultos como nas larvas dos carídeos.

1. ESTRUTURA E FUNÇÃO DOS LÍPIDOS

Os lípidos são um dos maiores grupos de nutrientes encontrados nos sistemas vivos. Apesar de apresentarem uma grande variedade estrutural, todos eles têm em comum o facto de serem extremamente hidrofóbicos e solúveis em solventes orgânicos (e.g. clorofórmio, hexano, n-heptano, éter, benzeno).

Os lípidos desempenham várias funções de elevada importância biológica, tais como: (1) fonte importante de energia metabólica (e.g. triglicéridos); (2) componentes essenciais de todas as membranas celulares mantendo a sua integridade estrutural e funcional (e.g. fosfolípidos, esteróis); (3) precursores das principais classes de hormonas esteróides (e.g. progestagénios, glicocorticóides, mineralocorticóides, androgénios e estrogénios); (4) veículo biológico na absorção de vitaminas lipossolúveis (e.g. Vitaminas A, E e K) (Stryer, 1995).

Podemos dividir os lípidos em cinco grandes classes: ácidos gordos, triglicéridos, fosfolípidos, esteróis e esfingolípidos.

Os ácidos gordos são compostos orgânicos simples, formados por carbono, hidrogénio e oxigénio (Figura 13).

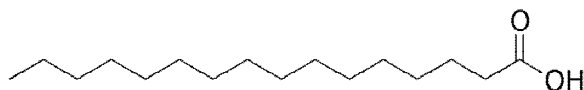


Figura 13 Ácido hexadecanóico ou palmítico (16:0).

Cada molécula de ácido gordo tem no extremo da cadeia um grupo COOH, que lhe dá a função de ácido carboxílico; no extremo oposto apresenta um grupo metilo (CH₃) não funcional.

A sua classificação é baseada no número de átomos de carbono da cadeia, presença de ligações duplas e a sua posição em relação ao grupo metilo. Os ácidos gordos de origem biológica mais comuns estão representados na tab. 5.

Os ácidos gordos podem ser classificados como saturados, monoinsaturados ou polinsaturados consoante o número de ligações duplas presentes.

Tab. 5 Denominação abreviada, comum e sistemática dos principais ácidos gordos.

Denominação		
Abreviada	Comum	Sistemática
Saturados		
12:0	Ácido láurico	Ácido dodecanóico
14:0	Ácido mirístico	Ácido tetradecanóico
16:0	Ácido palmítico	Ácido hexadecanóico
18:0	Ácido esteárico	Ácido octadecanóico
20:0	Ácido araquídico	Ácido eicosanóico
24:0	Ácido lignocérico	Ácido tetracosanóico
Monoinsaturados		
16:1n-7	Ácido palmitoleico	Ácido cis-9-hexadecenóico
18:1n-9	Ácido oleico	Ácido cis-9-octadecenóico
Polinsaturados		
18:3n-3	Ácido linolénico	Ácido 9,12,15-octadecatrienóico
20:5n-3	EPA	Ácido 5,8,11,14,17-eicosapentaenóico
22:6n-3	DHA	Ácido 4,7,10,13,16,19-docosahexaenóico
18:2n-6	Ácido linoleico	Ácido 9,12-octadecadienóico
20:4n-6	Ácido araquidónico (ARA)	Ácido 5,8,11,14-eicosatetraenóico

Os ácidos gordos saturados não apresentam ligações duplas. O número de carbonos dos ácidos gordos saturados varia de 2 a 22, sendo os compostos por 14 (mirístico), 16 (palmítico) e 18 (esteárico) átomos de carbono os mais abundantes, encontrando-se nos lípidos de todos os organismos.

Os ácidos gordos insaturados apresentam uma (monoinsaturados) ou mais (polinsaturados) ligações duplas. Os ácidos gordos monoinsaturados têm normalmente número par de átomos de carbono, normalmente entre 10 e 30, e possuem uma ligação dupla na configuração *cis*. O ácido gordo monoinsaturado mais abundante é o ácido oleico (18:1n-9)

(tab. 5). Os ácidos gordos monoinsaturados até 18 átomos de carbono têm pontos de fusão inferiores à temperatura ambiente (excepto as configurações *trans* que têm superior) e devido à presença da dupla ligação são mais susceptíveis de serem oxidados do que os saturados (Gurr e Harwood, 1991).

Nesta dissertação optou-se pela nomenclatura abreviada para designar os ácidos gordos insaturados. A forma abreviada é usada para referir a estrutura do ácido gordo. Por exemplo, o ácido linoleico é designado por 18:2n-6, onde 18 é o número de carbonos da molécula de ácido gordo, 2 é o número de ligações duplas e 6 é a posição da primeira ligação dupla em relação ao grupo metilo (CH₃) (Silva e Anderson, 1995).

Os ácidos gordos polinsaturados, conhecidos normalmente por PUFA ("Polyunsaturated fatty acids"), estão divididos em três famílias consoante o seu ácido gordo precursor, oleico, linoleico ou linolénico (Figura 14). Os sistemas ómega (ω) ou (n), são usados para identificar as famílias. Os que pertencem à família oleica são referidos como ácidos gordos n-9, linoleica como n-6 e a linolénica como n-3. Os PUFA apresentam pontos de fusão mais baixos e auto-oxidam-se mais facilmente devido à existência de várias ligações duplas (2 a 6). Os mais importantes são o linoleico (18:2n-6) e o linolénico (18:3n-3), que pertencem às famílias n-6 e n-3, respectivamente. A maioria dos animais são incapazes de sintetizar *de novo* ácidos gordos com duplas ligações nas posições n-6 e n-3 (inexistência de dessaturases necessárias para a sua formação a partir do 18:1n-9) apesar de serem indispensáveis para o crescimento e reprodução. Por isso, estes ácidos gordos são considerados essenciais e devem estar presentes na dieta alimentar (Castell *et al.*, 1986). Estes ácidos gordos podem ser fornecidos na alimentação através da incorporação de material vegetal onde são muito abundantes. O ácido linoleico actua como precursor biossintético de uma família de ácidos gordos, originados por dessaturação e elongação da cadeia, em que a estrutura final n-6 é mantida (Figura 12). Desse grupo, salienta-se o ácido araquidónico (20:4n-6), uma vez que é um dos principais componentes dos lípidos membranares (fosfolípidos) e precursor de eicosanóides que são um grupo diverso de hormonas (e.g. prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos) que desempenham funções de elevado valor biológico.

O ácido linolénico, quando absorvido nos tecidos animais através da alimentação, é precursor de uma família de ácidos gordos polinsaturados de estrutura terminal n-3 (Figura 14). Desta família destacam-se os ácidos gordos EPA e o DHA por serem nutrientes essenciais, indispensáveis para a sobrevivência, crescimento e reprodução dos organismos marinhos.

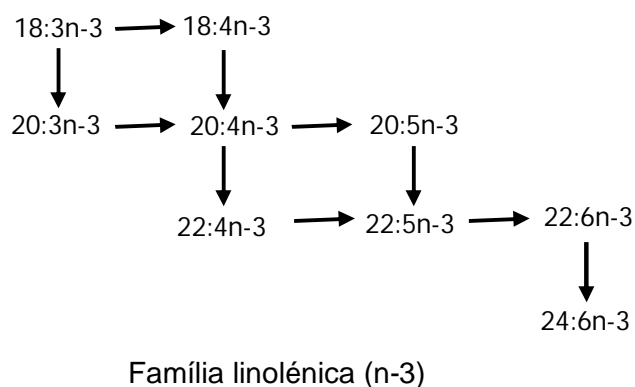
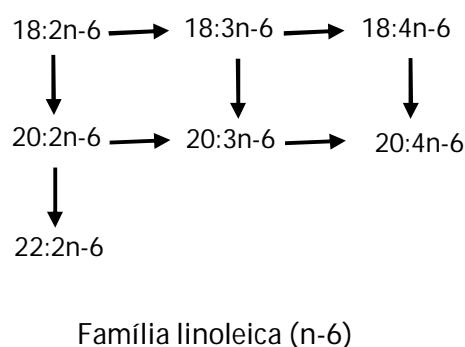
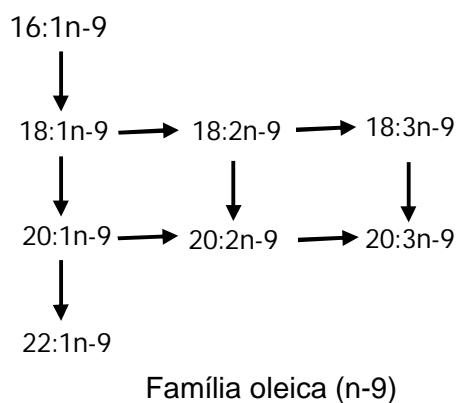


Figura 14 Relações biossintéticas entre ácidos gordos insaturados. As setas horizontais indicam processos de insaturação, enquanto as verticais indicam processos de elongação.

Raramente encontramos ácidos gordos livres na natureza. Os lípidos mais comuns são os trigliceróis ou triglicéridos. Estes compostos consistem em uma molécula de glicerol esterificada por um, dois ou três ácidos gordos diferentes (Figura 14 - R, R' e R''), sendo estes compostos referidos como mono-, di- e triacilgliceróis ou triglicéridos, respectivamente.

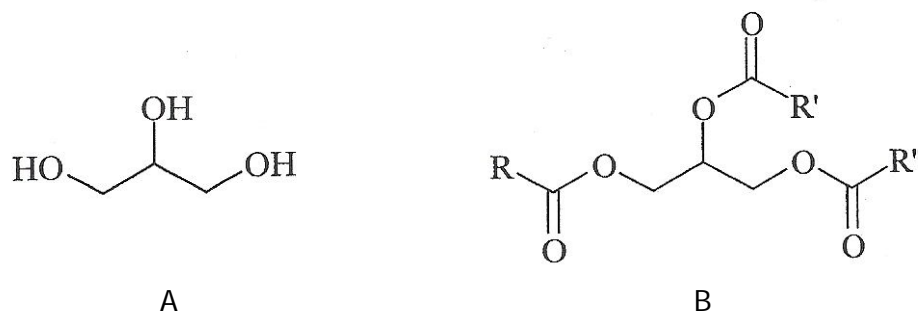


Figura 15 Estruturas moleculares do A – glicerol e do B – triacilglicerol

Podemos verificar que a unidade básica e variável dos triglicéridos são os ácidos gordos que o constituem e, que determinaram as propriedades físicas e químicas da gordura.

Os fosfolípidos (Figura 16) são os componentes lipídicos mais abundantes das membranas biológicas. Estas moléculas apresentam uma estrutura semelhante aos trigliceróis, com a diferença em uma cadeia de ácido gordo que é substituído por um fosfato, que está ligado a outra molécula orgânica (Silva e Anderson, 1995).

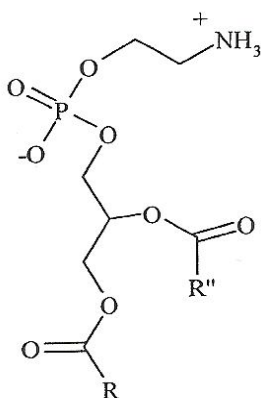


Figura 16 Estrutura molecular de um fosfolípido (Fosfatidiletanolamina).

Os esteróides apresentam quatro anéis de carbono. As cadeias ligadas ao C3 e ao C17 atribuem as suas características individuais.

O colesterol (Figura 17) é classificado como esteroide por possuir um grupo OH no carbono C3. A presença do grupo polar OH confere-lhe um carácter anfipático e o sistema de anéis dá-

lhe uma maior rigidez que os outros lípidos membranares. Também pode ser esterificado de forma a originar ácidos gordos de cadeia longa, formando ésteres de colesterol.

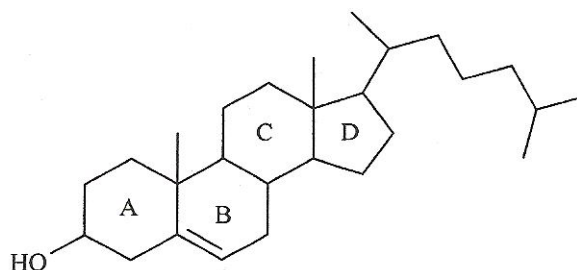


Figura 17 Estrutura molecular do colesterol.

O colesterol (Figura 17) é um componente importante das membranas celulares animais e contribui para a sua fluidez. É precursor das cinco principais classes de hormonas esteróides: progestagénios (e.g. progesterona), glicocorticóides (e.g. cortisol), mineralocorticóides (e.g. aldosterona), androgénios (e.g. testosterona) e estrogénios (Stryer, 1995). A sua conversão em hormonas esteróides é de grande importância fisiológica, regulando o metabolismo, crescimento e reprodução.

Os esfingolípidos também são componentes membranares. Estas moléculas, comuns nas membranas celulares nervosas, possuem uma região carregada que pode ser um grupo fosfato ou um hidrocarboneto.

2. PAPEL DOS LÍPIDOS NA NUTRIÇÃO DOS DECÁPODES

É reconhecida a importância nutricional dos lípidos no desenvolvimento dos crustáceos, como componente altamente energético das dietas, mas também como fonte dos ácidos gordos essenciais.

As fêmeas da maioria dos decápodes marinhos extrude os ovos e transportam-nos sob o abdómen até à eclosão (Pandian, 1994). Ao adoptar uma estratégia de vida ovípara, a embriogénese ocorre independentemente do material corporal e, consequentemente, o fornecimento de energia e crescimento do embrião são dependentes das reservas vitelinas endógenas. Neste processo, as fêmeas podem transferir até 60 % das suas reservas lipídicas para a formação dos ovos (Herring, 1973, Wehrtmann e Graeve, 1998; Graeve e Wehrtmann, 2003). Apesar de não se conhecer a origem do material usado na vitelogénese e oogénese de

P. varians sabemos que os nutrientes, principalmente os lípidos, estão envolvidos e, podem ser originados de uma de duas fontes: (1) mobilização dos lípidos armazenados no hepatopâncreas e síntese de lípidos nos tecidos do ovário e, (2) uso directo dos lípidos ingeridos na dieta alimentar da fêmea (Harrison, 1990). Os indivíduos que não disponham de reservas suficientes ou não amadurecem ou não produzem gâmetas férteis.

Por outro lado, as alterações bioquímicas durante os primeiros estados larvares são indicativos do uso do substrato energético durante a ontogénese, o que permite estimar as necessidades nutricionais para a formação de ovos e para os primeiros estados larvares e, portanto, podem ser usados para otimizar as condições de cultivo (Chen, 1998; Teshima, 1998), principalmente da fase transição para o estado pós-larva, também designada de “fase crítica” por se verificar normalmente grandes taxas de mortalidades (Rodriguez, 1975). Além disso, estes compostos fornecem integridade estrutural e fisiológica das membranas celulares dos embriões (Nates e Mckenney, 2000; Sibert *et al.*, 2004).

Apesar de não existir consenso quanto às necessidades lipídicas dos crustáceos, sabemos que a deficiência ou excesso de determinados ácidos gordos são altamente prejudiciais provocando a diminuição do crescimento e sobrevivência dos animais cultivados. Por isso, é importante determinar as proporções de cada ácido gordo, principalmente os essenciais, em indivíduos selvagens. A compreensão do que se passa na natureza permitirá uma gestão da nutrição mais adequada em sistemas controlados.

3. IMPORTÂNCIA DA DIETA PARENTAL EM *PALAEEMONETES VARIANS*

Um estudo preliminar sobre as exigências nutricionais da camarinha, sugere que, de um modo geral, a composição lipídica dos ovos são reflexo do perfil lipídico da dieta parental (Mendes, 2008). O que poderá indicar que as fêmeas de *P. varians* utilizam uma via de vitelogénese heterossintética ou mista. Isto é, existe o transporte de nutrientes sintetizados no exterior para a formação dos oócitos, permitindo a formação de posturas sucessivas (ver capítulo 1). No entanto, independentemente da dieta parental, *P. varians* promove uma elevada disponibilidade de HUFA nos embriões, permitindo às larvas recém-eclodidas uma maior independência do meio (Mendes, 2008).

Neste estudo preliminar, as dietas para as quais se obteve melhores resultados em termos de sobrevivência e melhor condição física (coloração, mobilidade, firmeza da carapaça) até ao final da experiência foram as dietas constituídas pela espécie *Marphysa sanguinea* congelada e, ração para dourada Aquasoja M2, produzida e comercializada pela empresa portuguesa Sorgal com uma sobrevivência final de 50 % dos indivíduos testados.

Apesar de, no final do estudo, existirem diferenças significativas na taxa de sobrevivência da camarinha sujeita a diferentes dietas, durante os dois primeiros meses, a mortalidade foi reduzida para todas as dietas. O que indica que se trata de uma espécie oportunista e resistente, adaptada a um habitat de grande variabilidade ambiental. Com o aumento da temperatura ambiente e consequente aumento do metabolismo dos organismos, as taxas de sobrevivência diminuíram evidenciando as carências nutricionais.

OPTIMIZAÇÃO DO CULTIVO DE PALAEMONETES VARIANS

São várias as características que tornam a camarinha uma espécie com particular interesse para a aquacultura em Portugal:

- Está perfeitamente adaptada às condições ambientais das salinas;
- Ocorre em grandes densidades no estado selvagem;
- Período de reprodução alargado com posturas sucessivas;
- Dieta oportunista, resistente a flutuações sazonais de disponibilidade alimentar;
- Disponibilidade de inúmeros locais ao longo da costa propícios para o seu cultivo;
- Excelentes condições climáticas para o seu desenvolvimento;
- Valor comercial;
- Capacidade de ser cultivada com níveis de água relativamente baixos, compatíveis com a salvaguarda dos valores naturais de zonas protegidas.

No entanto, a produção natural não é suficiente para satisfazer a procura do mercado. Um dos meios de compensar o crescente aumento da procura de camarinha sem aumentar a pressão sobre a população selvagem, é através do estabelecimento de técnicas que permitam a optimização do cultivo da camarinha em tanque de terra.

Preparação dos tanques de terra

Actualmente, são utilizados sistemas de cultivo extensivos em tanques de terra, para a produção de camarinha. Nestes sistemas, o alimento utilizado para o crescimento dos espécimes resulta exclusivamente da produtividade natural do meio, tornando-se necessário proceder a uma série de acções preparatórias, que no seu conjunto, podem ser responsáveis pelo êxito da produção final. Depois da secagem total dos tanques é importante estimular o crescimento dos organismos que servirão de alimento para a produção, através da adição de fertilizantes orgânicos, por exemplo, o estrume de galinha.

Em termos de trabalhos futuros, seria interessante, identificar quais as espécies preferencialmente predadas nos tanques de terra e monitorizar a quantidade e qualidade do alimento disponível ao longo das estações do ano. A previsão do alimento naturalmente disponível poderá ser um factor importante na gestão da pesca e da nutrição artificial, que se poderá reflectir numa produção mais eficaz.

Integração do cultivo de camarinha

Por ser uma espécie muito resistente e de hábitos alimentares oportunistas, seria interessante testar a viabilidade da integração do cultivo de camarinha em sistemas de cultivo semi-intensivo e intensivo de espécies de peixes através do aproveitamento do excedente das rações. Deste modo as empresas estariam a produzir um valor acrescentado à sua produção com a vantagem de diversificar a oferta de produtos no mercado.

Reprodução em cativeiro

Apesar do potencial de cultivo desta espécie, os sistemas de exploração actuais baseiam-se numa actividade aquícola muito artesanal. O desenvolvimento desta actividade passa pela possibilidade de obtenção de juvenis, em quantidade, qualidade e época que permita uma produção em contínuo, o que só é possível através da produção em cativeiro, em estações de reprodução (maternidades) criadas para o efeito.

O estudo da dinâmica lipídica dos embriões e das fêmeas selvagens proporcionam um excelente ponto de partida para o conhecimento dos requisitos nutricionais necessários para a reprodução eficaz da camarinha em cativeiro. Dada a importância da nutrição lipídica na reprodução desta espécie e dos carídeos em geral, decidimos elaborar um plano de trabalho para o estudo da dinâmica lipídica da camarinha selvagem.

Tendo em mente os seguintes objectivos:

- (1) avaliar a dinâmica do padrão de ácidos gordos dos ovos de *P. varians* durante o desenvolvimento embrionário;
- (2) comparar a composição bioquímica dos embriões do mesmo estado de desenvolvimento produzidos por camarões com tamanho similar colhidos em diferentes estações do ano;
- (3) comparar a composição bioquímica dos embriões produzidos por camarões de diferentes tamanhos e capturados em diferentes estações do ano;
- (4) relacionar o ciclo reprodutivo anual com a composição bioquímica (ácidos gordos) do músculo e hepatopâncreas de fêmeas ovígeras de *P. varians*,

foi elaborada a seguinte metodologia:

Locais de amostragem

Para este estudo, serão escolhidas salinas da margem sul do estuário do Tejo porque é onde se encontram as principais explorações de camarinha a nível nacional.

- Escolha de salinas interiores e marginais em triplicado onde serão realizadas as amostragem biológicas;
- Os locais escolhidos devem garantir uma boa gestão da água, mesmo durante os meses de verão

Amostragem e análise de ácidos gordos

(1), (2) e (3)

1.1 – Captura de fêmeas ovígeras nos viveiros de três salinas diferentes ao longo do período reprodutivo, através do uso de nassas;

1.2 – Medição do comprimento da carapaça (CC), desde a margem posterior da órbita do olho até à margem média dorsal posterior da carapaça, com o auxílio de uma craveira. Classificação dos camarões como pequenos, médios e grandes;

1.3 – Remoção da massa embrionária dos pleópodes com uma pinça e determinação do estado de desenvolvimento dos ovos segundo o critério adaptado de Rodriguez *et al.* (1993);

1.4 – Recolha das amostras de ovos produzidos por camarões de diferentes classes de tamanho em triplicado para cada local e para cada período reprodutor. Conservação e armazenamento das amostras;

1.5 – Extracção dos ácidos gordos através do método descrito por Bligh e Dyer (1959).

(4)

2.1 – Igual à alínea 1.1;

2.2 – Identificação das fêmeas através da observação à lupa do segundo par de pleiópodes (as fêmeas não possuem o apêndice masculino) e separação em grupos de fêmeas, de acordo com o estado de desenvolvimento dos embriões;

2.3 – Recolha do músculo e o hepatopâncreas de cada grupo de fêmeas, com o auxílio de uma tesoura e de uma pinça de pontas finas. Conservação e armazenamento das amostras;

2.4 – Amostragem em triplicado do músculo e hepatopâncreas das fêmeas ovígeras com ovos em diferentes estados de desenvolvimento, provenientes de três locais de amostragem, em diferentes estações do ano.

2.5 – Extracção dos ácidos gordos através do método descrito por Bligh e Dyer (1959).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O abandono, degradação e consequente perda de biodiversidade das zonas de salinas é um problema actual, existente um pouco por toda a costa portuguesa, e que necessita de intervenção urgente. Esperamos, com este trabalho, ter despertado o interesse para o estudo e cultivo desta espécie, ao mesmo tempo que demonstramos que é uma alternativa possível e viável, com vantagens bastante positivas, tanto para a conservação deste importante património natural, como a nível sócio-económico.

REFERÊNCIAS

- Aguzzi, J., Cuesta, J.A., Librero M., Toja J., 2005. Daily and seasonal feeding rhythmicity of *Palaemonetes varians* (Leach 1814) from southwestern Europe. *Mar. Biol.*, 148 : 141-147.
- Anderson, G., 1985. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Gulf of Mexico). *Grass Shrimp US Fish and Wildlife Service Biol. Rep.* 82 :19pp.
- Anger, K. e Moreira, G.S., 1998. Morphometric and reproductive traits of tropical caridean prawns. *J. Crust. Biol.*, 18 (4): 823-838.
- Anônimo, 2008. Planeamentos biológicos S. L.: Cultura de camarões (*Palaemonetes varians*), nas marinhas do rio das enguias. Reserva Natural do Estuário do Tejo (RNET), 82pp.
- Antheunisse, L.J., Van der Hoven, N.P. e Jefferies, D.J., 1968. The breeding characters of the *Palaemonetes varians* (Leach) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 14: 259-270.
- Antheunisse, L.J., Lammens, J.J. e Van der Hoven, N.P., 1971. Diurnal activities and tidal migrations of the brackish water prawn *Palaemonetes varians* (Leach) (Decapoda Caridea). *Crustaceana*, 21: 203-217.
- Bauer, R. T., 1976. Mating behavior and spermatophore transfer in the shrimp *Heptacarpus pictus* (Stimpson) Decapoda:Caridea: Hippolytidae). *J. Nat. Hist.*, 10: 415-440.
- Bauer, R. T., 1979. Sex attraction and recognition in the caridean shrimps *Heptacarpus paludicola* Holmes (Decapoda: Hippolytidae). *Mar. Behav. Phys.*, 6: 157.
- Bauer, R. T., 1989. Continuous reproduction and episodic recruitment in nine shrimp species inhabiting a tropical seagrass meadow. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 127: 175-187.
- Bauer, R.T., 1991, analysis of embryo production in a caridean shrimp guild from a tropical seagrass meadow, In: Wenner A., Kuris A., Crustacean Issues, 7, Crustacean egg production, Balkema, Rotterdam:181-191,
- Bauer, R.T., 1996, A test of hypotheses on male mating systems and female molting in decapod shrimp, using *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea), *J. Crust. Biol.*, 16: 429-436.
- Bauer, R. T., 2004. Remarkable shrimps: Adaptations and natural history of carideans. Oklahoma Press: 282 pp.
- Bauer, R. T. e Holt G. J., 1998. Simultaneous hermaphroditism in the marine shrimp *Lysmata wurdemanni* (Caridea: Hippolytidae): an undescribed sexual system in the decapods Crustacea. *Mar. Biol.* 132: 223-235.

- Bauer, R. T. e J. A. Abdalla, 2001. Male mating tactics in the shrimp *Palaemonetes pugio* (Decapoda, Caridea): precopulatory mate guarding vs pure searching. *Ethology*, 1107: 185-199.
- Berg, A. e Sandifer, P., 1984. Mating behaviour of the grass shrimp *Palaemonetes pugio* Holthuis (Decapoda, Caridea). *J. Crust. Biol.*, 4 (3):417-424.
- Bligh E. G., Dyer W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37 : 911-917.
- Bouchon, D., 1988. Étude de l'action de facteurs externes – groupement salinité et photopériode – sur la reproduction de *Palaemonetes varians* Leach 1814 (Crustacé, Décapode, Natantia). Thèse d'Université, Poitiers : 167 pp.
- Bouchon, D., 1991. Biological clock in seasonal reproductive cycle in the ditch shrimp *Palaemonetes varians* Leach. I. Photoperiodic time measurement. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 146: 1-12.
- Calado, R., Narciso, L., 2002. Camarões e Lagostas da Costa Continental Portuguesa. Prémio do Mar Rei D. Carlos 2000. Câmara Municipal de Cascais, 222pp.
- Castell, J.D.; D.E. Conklin; J.S. Craigie; S.P. Lall e K. Norman-Boudreau. 1986. Aquaculture nutrition: 251-305. In *Realism in Aquaculture: Achievements, Constraints, Perspectives*. H. Rosenthal e C. Sindermann Eds. Bredene, Bélgica.
- Chen, H.-Y., 1998. Nutritional requirements of the black tiger shrimp: *Penaeus monodon*. *Rev. Fish. Sci.*, 6: 79-95.
- Clarke, A., 1993. Egg size and egg composition in polar shrimps (Caridea; Decapoda). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 168:189-203.
- Corey, S. e Reid, D.M., 1991. Comparative fecundity of decapod crustaceans, I. The fecundity of thirty-three species of nine families of caridean shrimp. *Crustaceana*, 60: 271-294.
- DeCoursey, P., 1979. Egg hatching rhythms in three species of fiddler crabs. 399-406 pp. In E. Naylor e R.G. Hartnoll, eds. *Cyclic phenomena in marine plants and animal*. Proceedings of the 13th European Marine Biological Symposium, Pergamon Press, Oxford.
- DGP, 1995. Recursos da pesca, série estatística, 9 A-B, Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das pescas – Direcção Geral das Pescas, Lisboa.
- Diário da República – I Série-B, nº 219. 2000. Decreto Regulamentar nº14/2000 de 21 de Setembro: 5061-5068.
- Dolmen, D., 1997. *Palaemonetes varians* (Leach) (Crustacea, Decapoda, Natantia), in Norway. *Sarsia*, 82: 19-21.

- Eckelbarger, K., 1986. Vitellogenic mechanism and the allocation of energy in offspring in polychaetes. *Bol. Mar. Sci.* 39: 426-443.
- Ennis, G.P., 1973. Endogenous rhythmicity associated with larval hatching in the lobster *Homarus gammarus*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 53: 531-538.
- Falciai, L., 2001. Occurrence of *Palaemonetes varians* (Leach, 1814) (Decapoda, Palaemonidae) in a brackish pond in Algeria. *Crustaceana*, 74: 697-701.
- González-Ortejon, E. e Cuesta, J.A., 2006. Illustrated key to *Palaemon* and *Palaemonetes*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 86: 93-102.
- Graeve, M., Wehrtmann, I.S., 2003. Lipid and fatty acid composition of Antarctic shrimp eggs (Decapoda: Caridea). *Polar Biol.* 26: 55-61.
- Gur, M. I. E. J. L. Harwood. 1991. Lipid Biochemistry 4th Ed. Chapman e Hall Ed. London: 406 pp.
- Harrison, K. E., 1990. The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustaceans: a review. *J. Shellfish Res.* 9: 1-28.
- Henriques, M. A. R., 1998. Manual de Aquacultura: 207 pp.
- Herring, P.J., 1973. Depth distribution of the carotenoid pigments and lipids of some oceanic animals. 2. Decapod crustaceans. *J. Mar. Biol. Ass. UK.* 53: 539-562.
- Jayachandra, K.V., 2001. Palaemonid prawns. Biodiversity, taxonomy, biology and management. New Hampshire: Science Publishers, Inc.
- Kuris, A. M., 1991. A review of patterns and causes of crustacean brood mortality: 117-141.
- Lagaedère, J.P., 1971. Les crevettes des côtes du Maroc. *Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien et de la Faculté des Sciences, Série Zoologie*, 36 : 55-65.
- Mendes, A. 2008. Influência da Dieta Parental na Qualidade Líídica dos Ovos e no Desenvolvimento Embrionário de Camarinha, *Palaemonetes varians*. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente da Universidade do Algarve : 71pp.
- Morizur, Y., Conan, G., Guénolé, A. e Omnès, M.H., 1981. Fécondité de *Nephrops nervegicus* dans le golf de Gascogne. *Mar. Biol.*, 63: 319-324.
- Nates, S.F., McKenney, C.L., 2000. Ontogenetic changes in biochemical composition during larval and early postlarval development of *Lepidophthalmus louisianensis*, a ghost shrimp with abbreviated development. *Comp. Biochem. Physiol.* 127B: 459-468.
- Nazari, E.M., Muller, Y.M.R. e Ammar, D., 2000. Embrionic development of *Palaemonetes argentinus* Nobili, 1901 (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory, *Crustaceana*, 73: 143-152.

Nielsen, A. e Hagerman L., 1998. Effect of short-term hypoxia on metabolism and haemocyanin oxygen transport in the prawns *Palaemon adspersus* and *Palaemonetes varians*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 167:177-183.

Noël, P. Y., 1976. L'évolution des caractères sexuels chez *Processa edulis* (Risso) (Décapode, Natantia). *Vie Millieu. Ser. A. Biol. Mar.*, 26 (1): 65-104.

Pandian, T.J. Arthropoda- Crustacea. *In*: Adiyodi, K.G., Adiyodi, R.G., ed., *Rep. Boil. Invert.*, New Delhi: Oxford e IBH, 1994: 39-166.

Pinto, M. 2008. Estratégias reprodutivas do camarão *Palaemonetes varians* (Leach, 1814) nas salinas de Alcochete, estuário do rio Tejo. Relatório de estágio, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro.

Richard, P., 1978. Influence de la temperature sur le croissance et la meu de *Palaemon serratus* en fonction de leur taille. *Aquaculture*, 14: 13-22.

Roberts, G.M., 1995. Salt-marshes crustaceans, *Gammarus duebeni* and *Palaemonetes varians* as predator of mosquito larvae and their reaction to *Bacillus thuringensis* subsp *israeliensis*. *Biocontrol. Sci. Tech.*, 5(3): 379-385.

Rodriguez, A., 1975. Experiencias de crías de larvas y postlarvas de lagostino, *Penaeus Kerathurus* (Forsk.) . *Publ. Téc. Dir. Gen. Pesca Marit. Madrid*, 11: 367-386.

Rodriguez, F., Barroso, F. e Galindo, M., 1993. Estudio biométrico y morfológico de los huevos de *Palaemonetes varians* Leach de dos localidades del suroeste espanol. *Limnética*, 9: 67-72.

Ruppert, E. e Barnes, R., 1993. Invertebrate Zoology. Saunders College Publishing, 6th Edition, 1056pp.

Sibert, V., Oullet, P., Brêthes, J.-C., 2004. Changes in yolk total proteins and lipid components and embryonic growth rates during lobster (*Homarus americanus*) egg development under a simulated seasonal temperature cycle. *Mar. Biol.* 144: 1075-1086.

Silva, S., Anderson, T., 1995. Fish nutrition in aquaculture. Chapman & Hall, 319.

Southward, A. J., Young, C. Y., Fuiman, L. A., 2002. Advances in Marine Biology, Academic Press, 43: 337 pp.

Teshima, S.-I., 1998. Nutrition of *Penaeus japonicus*. *Rer. Fish. Sci.* 6: 97 – 111.

Wehrtmann, I.S., Graeve, M., 1998. Lipid composition and utilization in developing eggs of two tropical marine caridean shrimps (Decapoda: Caridea: Alpheidae: Palaemonidae). *Comp. Biochem. Physiol.* 121B: 457-463.